



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학 박사학위 논문

야외지질답사 및 과학적 모델 생성  
과정에서 학생들이 사용하는 제스처에  
대한 탐색

-다면적 상호작용 분석 방법을 중심으로-

**Exploring Students' Use of Gestures for  
Creating Scientific Models while on  
Geological Field Trips and during  
Modeling Activities**

-Focusing on Multimodal Interaction Analysis-

2019 년 2 월

서울대학교 대학원

과학교육학 지구과학 전공

최 윤 성

야외지질답사 및 과학적 모델 생성  
과정에서 학생들이 사용하는 제스처에  
대한 탐색

-다면적 상호작용 분석 방법을 중심으로-

**Exploring Students' Use of Gestures for  
Creating Scientific Models during Geological  
Field Trips and during Modeling Activities  
-Focusing on Multimodal Interaction Analysis-**

지도교수 최 승 언

이 논문을 교육학박사 학위논문으로 제출함

2019 년 1 월

서울대학교 대학원  
과학교육학 지구과학 전공  
최 윤 성

최윤성의 교육학박사 학위논문을 인준함

2019 년 1 월

위 원 장                      김 찬 종                      (인)

부위원장                      최 승 언                      (인)

위        원                      이 문 원                      (인)

위        원                      유 준 희                      (인)

위        원                      Sonya Nichole Martin (인)

## 국문초록

야외지질학습에서 학생들이 자연 현상을 탐색하기 위해 다양한 노두를 관찰하는 것은 과학적 모델을 만드는 능력을 향상 시키는데 도움을 줄 수 있을 지도 모른다. 학생들은 지구과학 교육과정의 일부로서 야외지질답사에 참여할 수 있으며 학생들이 상호 협력하여 소규모 조별 모델링 활동에 참여함으로써 과학적인 지식을 생산하고 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. 더욱이 학생들은 다양한 과학적인 현상을 이해하기 위한 의사소통 과정에서 제스처를 사용하거나 혹은 학생들이 자연 현상을 이해하는데 도움을 주기 위하여 제스처를 사용할 수 있다. 제스처는 담화 이외의 비언어적인 방법으로 타인과 의사소통을 할 수 있는 도구 중에 하나이다. 제스처에 대한 선행 연구는 제스처를 인간 발달과정에서 그 의미를 찾는 것으로 국한되어 교과교육 학습에 있어서 한계를 보였다. 인간 발달과정에서 탈피하여 또 다른 학습 상황에서 제스처가 가지는 의미를 심층적으로 탐색하는 것은 학생들의 교수-학습 증진을 위한 잠재성이 내재되어 있을 지도 모른다. 예를 들어 학생들이 과학적인 내용과 개념을 학습할 때 어떻게 그리고 왜 제스처를 사용하는지 이해한다면 학교 선생님이나 혹은 연구자에게 학생들의 학습을 개선하고 학생과 교사, 또래 학생들 사이의 의사소통에 도움이 되는 교육적 전략을 개발하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

이 연구의 목적은 a) 화강암의 형성으로 이루어진 산, 관악산 형성과정과 b) 반복적인 화산 폭발과 용암의 흐름에 의한 강의 형성, 한탄강 형성과정을 주제로 야외지질학습에서 학생들이 사용하는 제스처에 대해 탐색하는 것이다. 특히 이 연구는 야외지질답사와



교실 기반 모델링 활동이라는 두 가지 다른 교육 환경에서 학생들이 두 가지 다른 주제에 대한 내용을 학습할 때 보이는 제스처를 탐색하였다. 이 연구는 야외지질답사와 모델링 활동에 참여할 때 학생들이 사용하는 제스처를 새롭게 분류하고 특징을 분석하여 공식적이거나 비공식적인 학습 환경에서 일하는 모든 교육관련 종사자에게 제스처에 대한 교육적인 함의를 제공하고자 하였다. 덧붙여 각각의 학습 상황 속에서 학생들이 의사소통을 위해 제스처를 어떻게 사용하는지에 대해 탐색하는 것은 제스처가 학생들의 인지적인 이해를 위한 자원으로서 활용될 수 있는지에 대한 교육적 함의를 함께 제공할 수 있을 것이다.

이 연구에는 ‘S’ 영재교육원 과학 심화반 8학년 6명과 지구과학 사사반 9학년 4명의 학생이 참여하였다. 학생들은 (1) 화강암으로 구성된 산의 형성과정(관악산), (2) 화산 폭발로부터 기인한 강의 형성과정(한탄강)을 주제로 야외지질답사에 참여하였다. 야외지질답사 과정에서 학생들은 주어진 노두에서 암석, 광물, 구조 등을 상세히 관찰하였으며 음성 언어, 그림 그리기(스케치), 글쓰기 등의 과정을 통해서 관찰한 것에 대해 자세히 기술하였다. 각각의 야외지질답사가 종료된 이후 학생들은 교실로 돌아와서 야외에서 관찰한 것을 증거로 사용하여 관악산이 만들어지는 과정과 한탄강이 어떻게 만들어졌는지에 대한 모델 형성과정에 참여하였다.

연구 자료는 학생들이 야외지질답사와 모델링 활동에 참여하는 모습을 촬영한 비디오 녹화 및 음성 녹음, 학생들이 작성한 개인 및 조별 모델 활동지, 그리고 연구자가 작성한 필드 노트이다. 이 연구는 학생들이 야외지질답사와 모델링 활동에서 학습하는 모든 과정을 분석하기 위해 다면적 상호작용 분석틀을 연구 방법론적 분석틀로서 사용하였다. 다면적 상호작용 분석은 음성 언어와 비언어적 상호작용 모두를 고려하여 그 의미를 탐색할 수 있다. 이

연구에서는 McNeill(1992)의 제스처 준거를 수정하여 야외지질학습과 관련된 제스처로 새롭게 정립하였을 뿐만 아니라 제스처의 특징을 함께 분석하였다. 야외지질답사와 모델링 활동 과정에서 다면적 상호작용 분석 결과 제스처의 특징을 12가지로 세분화하였다. 이 모든 제스처의 특징은 크게 세 가지로 분류된 제스처에서 기인하였다. 세 가지 제스처는 추상적 혹은 구체적인 의미를 전달하기 위해 사용되는 지시적 제스처, 과거에 있었던 사건과 현재 관찰할 수 없는 것을 표현하기 위한 형상적 제스처, 현재 관찰할 수 있는 것 혹은 단순 과정을 묘사하기 위해 사용되는 묘사적 제스처가 있다. 이 세 가지 제스처에서 12가지로 세분화된 제스처의 특징을 분석하기 위하여 전체론적인 관점을 고려하여 사회적인 기능과 과학적 내용을 포함하는 것과 같이 크게 두 가지로 분류하였다. 학생들은 사회적인 기능적인 측면에서 설명, 주장, 증거, 합의, 반박, 질문, 대안, 화제 전환할 때 제스처를 사용하는 경향이 있었다. 과학적인 개념에 대해 논의할 때 학생들은 산과 강의 특징에 대한 시각화, 시간과 공간의 개념을 포함하는 움직임, 산과 강의 형성과정에 대한 상세한 설명으로서 정교화 과정, 그리고 시간이 지남에 따라 반복적인 내용을 표현하는 움직임으로 구분할 수 있었다.

제스처를 분류하고 특징을 탐색한 다음, 각각의 학습 상황에서 제스처가 어떻게, 언제, 그리고 그 제스처가 모델링 활동에서 학생들이 과학적인 모델을 발달시키는데 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 학생들이 과학적 모델을 만드는 모델링 과정은 GEM cycle (모델 생성, 평가, 수정의 순환적인 양상)을 사용하여 분석하였다. 학생들이 사용한 제스처는 가설 생성, 합리적 및 경험적인 평가, 수정 또는 거부의 세 가지 뚜렷한 순환 단계에서 내에서 탐색하였다. 분석 결과 모델링 활동 중에서 두 가지 중요한 점이 있었다.

첫 번째 학생들의 제스처는 산과 강의 형성과정에 대해서 시간과 공간적인 개념을 표현하였을 뿐만 아니라 지질학적 시간의 흐름에 따라 공간적인 변화를 함께 묘사하였다. 두 번째 제스처 사용 빈도와 사용하는 제스처의 종류는 학생들의 최종 모델, 목표 모델의 정확성에 영향을 미쳤다. 연구에 참여한 10명의 학생 중 3개의 조는 세 가지 종류의 제스처를 모두 사용하였다. 다만, 한 조는 강의 형성과정에 대한 모델링 활동에서 지시적 제스처를 보였던 반면 다른 두 조는 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처 모두가 나타났다. 모델링 활동에서 세 가지 종류의 제스처가 모두 나타난 두 조의 경우 모델을 더욱 정교화 하여 목표 모델에 부합한 최종 모델을 만들었으며, 지시적 제스처만 보였던 한 조는 목표 모델에 근접하긴 했지만 반복적인 화산 활동에 관한 내용을 조별 모델에 반영하지 못하였다. 즉, 이 연구에서 학생들은 비고츠키의 사회적 구성주의 관점 내에서 과학적 지식을 생산하는 과학 학습 과정에 비추어 보았을 때 지시적 제스처 뿐만 아니라 형상적 제스처와 묘사적 제스처를 모두 사용하였을 때 학생들이 교실 환경에서 더 정확한 과학적 모델을 만들었다는 것이다. 이 결과는 야외 및 교실 학습 환경에서 학생들의 제스처 사용이 지질학 학습에 유의미하다는 시사점을 준다.

결론적으로 이 연구는 야외지질학습에서 학생들이 사용하는 제스처에 대한 새로운 분류 준거를 정립하였을 뿐만 아니라 제스처의 특징도 분석하였다. 그리고 이 제스처가 모델링 활동에서 학생들이 과학적 모델을 만들기까지 학습에 중요한 자원이 될 수 있음을 보여주었다. 그렇기 때문에 이 연구는 야외지질학습에서 학생들이 사용하는 제스처를 이해하고 탐색하는 것의 중요성을 강조하였다. 학생들이 야외 학습 환경에서 제스처를 사용하도록 장려하는 것은 관찰한 현상을 기반으로 과학적 모델을 만들 때 학생들의

과학적인 내용 이해의 측면에 도움을 줄 수 있었다. 추후에 제스처가 모델링 활동에서 학생들에게 사회적인 기능 혹은 과학적인 의미를 어떻게 만들어 내는지를 탐구하기 위한 많은 연구가 필요할 것이다.

주요어 : 야외지질학습, 과학적 모델 및 모델링, 제스처, 다면적 상호작용

학 번 : 2016-30434

## 목 차

|   |      |
|---|------|
| 국문초록 .....  | i    |
| 표 목차 .....  | viii |
| 그림 목차 .....   | ix   |
| <br>  |      |
| I. 서론 .....   | 1    |
| 1. 연구의 필요성 .....  | 1    |
| 2. 연구의 목적 및 연구문제 .....  | 11   |
| 3. 용어 정리 .....  | 13   |
| <br>  |      |
| II. 이론적 배경 .....  | 14   |
| 1. 야외지질학습 .....   | 14   |
| 가. 야외지질학습에 대한 국내 연구 .....   | 15   |
| 나. 야외지질학습에 대한 국외 연구 .....   | 18   |
| 2. 과학적 모델 및 모델링 .....   | 21   |
| 3. 체화된 인지 .....   | 27   |
| 4. 제스처 .....  | 32   |
| 5. 다면성(Multimodality) 및<br>다면적 상호작용(Multimodal Interaction) ..... | 38   |
| <br>  |      |
| III. 연구방법 .....   | 47   |
| 1. 연구 절차 및 연구 참여자 .....   | 47   |

|   |    |
|---|----|
| 가. 연구 절차 .....                              | 47 |
| 나. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링을<br>적용한 수업 개발 ..... | 48 |
| 다. 연구 참여자 .....                             | 53 |
| 2. 자료 수집 및 연구 자료 .....                      | 55 |
| 가. 자료 수집 .....                              | 55 |
| 나. 야외 답사 자료 .....                           | 57 |
| 다. 교실 자료 .....                              | 58 |
| 라. 학생 결과물 자료 : 산출물 .....                    | 59 |
| 3. 자료 분석 및 자료 분석의 맥락과 신뢰성 .....             | 59 |

#### IV. 연구 결과 ..... 66

|   |     |
|---|-----|
| 1. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서<br>나타나는 학생들의 제스처 양상 ..... | 67  |
| 가. A조 사례 .....  | 68  |
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                                     | 68  |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....                      | 75  |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                                     | 84  |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....                      | 94  |
| 나. B조 사례 .....  | 106 |
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                                     | 106 |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....                      | 115 |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                                     | 123 |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....                      | 141 |
| 다. C조 사례 .....  | 152 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                   | 152 |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 160 |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                   | 167 |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 176 |
| 2. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서         |     |
| 나타나는 학생들의 제스처 특징 .....                | 183 |
| 가. A조 사례 .....                        | 186 |
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                   | 186 |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 188 |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                   | 192 |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 196 |
| 나. B조 사례 .....                        | 203 |
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                   | 203 |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 205 |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                   | 209 |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 211 |
| 다. C조 사례 .....                        | 218 |
| 1) 관악산 야외지질답사 .....                   | 218 |
| 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 221 |
| 3) 한탄강 야외지질답사 .....                   | 224 |
| 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 229 |
| 3. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생 |     |
| 들의 제스처와 모델형성과정과는 어떠한 관련성이 있는가         | 232 |
| 가. A조 사례 .....                        | 234 |
| 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 .....    | 234 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 ..... | 238 |
| 나. B조 사례 .....                     | 243 |
| 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델링 .....      | 243 |
| 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 ..... | 248 |
| 다. C조 사례 .....                     | 255 |
| 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 ..... | 255 |
| 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링 ..... | 259 |
| <br>V. 결론 및 제언 .....               | 265 |
| <br>부    록 .....                   | 272 |
| 참고문헌 .....                         | 344 |
| Abstract .....                     | 362 |



## 표 목 차

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 표 1. 제스처의 양상 ..... | 68  |
| 표 2. 제스처의 특징 ..... | 184 |

## 그 립 목 차

|  |     |
|--|-----|
| 그림 1. 연구 절차 .....  | 47  |
| 그림 2. GEM cycle .....                                      | 233 |
| 그림 3. 관악산 형성과정 A조 최종 모델 .....                              | 234 |
| 그림 4. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 A조<br>학생들이 보여준 제스처 .....  | 235 |
| 그림 5. 한탄강 형성과정 A조 최종 모델 .....                              | 238 |
| 그림 6. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 A조<br>학생들이 보여준 제스처 .....  | 239 |
| 그림 7. 관악산 형성과정 B조 최종 모델 .....                              | 243 |
| 그림 8. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 B조<br>학생들이 보여준 제스처 .....  | 244 |
| 그림 9. 한탄강 형성과정 B조 최종 모델 .....                              | 248 |
| 그림 10. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 B조<br>학생들이 보여준 제스처 ..... | 249 |
| 그림 11. 관악산 형성과정 C조 최종 모델 .....                             | 255 |
| 그림 12. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 C조<br>학생들이 보여준 제스처 ..... | 256 |
| 그림 13. 한탄강 형성과정 C조 최종 모델 .....                             | 259 |
| 그림 14. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 C조<br>학생들이 보여준 제스처 ..... | 260 |

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

한국사회는 최근 몇 년간 우면산 산사태, 경주 지진, 포항 지진 등의 지오하azard(Geohazard)<sup>1)</sup>를 경험하였다. 지진으로 인한 직접적인 피해뿐만 아니라 지진 이후에 지하수 수위 변화, 지반의 구조적인 변화 등을 원인으로 하는 액상화 현상으로 지반이 약화되는 등 직·간접적인 2차 피해도 나타났다. 기존에 한국사회에서는 지오하azard와 같은 자연재해에 대한 경험이 적었었기 때문에 이에 대한 교육이 많이 부족했다. 지난 2011년 서울 우면산 산사태로 인한 피해, 2016년과 2017년 지진으로 인한 건물 붕괴 등의 직·간접적인 피해는 인간의 생명과 관련된 재난으로서 이에 대한 피해를 최소화하기 위한 대비책을 강구해야할 시기가 된 것일 지도 모른다. K-12 교육의 일환으로서 과학적 소양의 증진은 2015 개정 교육과정 과학과의 목표는 매우 현실적이고 시기적절한 것으로 보인다. 현대사회로 접어들수록 과학적 소양 증진의 중요성을 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 다원화되고 다차원화 되어가는 사회 속에서 민주시민으로 성장해야하는 K-12 학생들에게 필요한 교육은 지식 정보의 전달뿐만 아니라 주어진 과학적 현상을 사회 속에서 어떻게 판단하고 결정해야하는지를 생각할 수 있는 눈을 길러주는 때가 되었다는 의미이다.

과학적 소양은 일상생활과의 관련성, 과학 지식의 구조, 집단적 의사결정 과정의 참여로 분류할 수 있다(Robert, 2007; Roth, 2003). 또한 과학적 소양은 현대시민으로서 과학적 사고를 할 수 있고 과학과 관련된 주제에 대하여 참여할 수 있는 능력으로 기술한다(OECD, 2013). 지진과 같은 자연재해는 인간 생명에 직접적인 피해를 줄 수 있다는 점에서 일

---

1)지질학적 현상을 기반으로 하여 인간에게 직·간접적인 피해를 주는 일종의 자연재해이다.

상생활과의 관련성을 보여준다. 지진학은 지진과 지진과 등에 대한 현상을 탐구하는 학문이며, 일반 대중에게는 땅의 흔들림으로 인해 야기되는 현상으로 이해하고 있다는 점에서 과학 지식의 구조적인 측면으로의 접근을 보여준다. 그리고 이와 같은 지질학에 대한 대중의 이해는 향후 과학과 사회 현상이 복합적인 관계를 보일 수 있는 문제, 예를 들어 특정 지역의 지질학적인 특징을 고려해 봤을 때 원전 건설 여부에 대한 가치 판단, 혹은 경제적인 가치를 고려했을 때의 원전 건설 여부에 대한 가치 판단 등 다양한 관점으로 문제를 바라볼 수 있도록 한다. 그리하여 K-12 학생들이 성장하여 향후 민주시민으로서의 집단적 의사결정 과정에 참여할 수 있도록 과학적 소양을 증진 시켜야 할 것이다. 그렇기 때문에 최근 한국사회가 겪은 지오하자드는 과학적 소양을 증진시킬 수 있는 기회로 삼아야 할 것이다.

2010년 제주도는 유네스코 지정 세계지질공원으로 선정된 이래로 2015년 한탄강 국가지질공원 인증(환경부고시 제 2015-63호), 2018년 광주 무등산 세계지질공원 선정 등 한국 지자체에서는 각 지역의 지질학적인 특색을 기반으로 하여 지역 관광 산업 활성화하고자 지질학을 활용하기도 한다. 이처럼 한국 지자체에서 지질을 활용하고자 하는 것 또한 과학적 소양을 증진시킬 수 있는 좋은 기회의 장이 될 수 있을 것이다. 더욱이 남녀노소를 가리지 않고 심미적 감상으로서 아름다운 경관을 즐길 수 있다는 점에서 지질학은 더욱 매력적인 소재가 될 수 있을 것이다. 즉, 지역 발전을 위한 국가지질공원 유치 및 개발에서 지질학의 중요성, 이를 활용하기 위한 접근성이 함께 강조되는 사회적인 분위기, 한국 사회가 기존에 경험하지 못했던 지오하자드 등으로 일반 대중뿐만 아니라 K-12 학생들에게 지질교육의 중요성이 강조될 뿐만 아니라 이를 활용하기 위한 교육적인 가치도 증진되는 상황이다. 지질학이 강조되는 이와 같은 사회적인 분위기는 학생들의 과학적 소양을 증진하기 위한 좋은 기회가 될 수 있을 지도 모른다. 그렇기 때문에 지질학 학습을 위한 지구 과학 교과교육에 대해 더욱 관심을 가져야 할 시기일 수도 있다.

‘2015 개정 교육과정에서 과학 교육의 목표는 모든 학생이 과학 개념

을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르는 것이다(교육부, 2015).’ 라고 명시적으로 언급하고 있다. 개정 교육과정에서의 과학 교육의 목표도 과학적 소양의 증진이라고 하는 방향성을 제시하고 있고 이를 실행하기 위해서 과학 개념 이해, 과학적 탐구 능력 함양, 개인과 사회의 문제를 해결할 수 있는 능력으로서 과학적 소양을 제시하였다. 그렇기 때문에 이와 같은 방향성에 맞추어서 지구과학 교과교육에서 실행 가능한 주제, 한국 사회가 경험한 일련의 사건(event)과 분위기에 맞추어 지질학 학습에 초점을 두고자 한다.

학교 교육 현장에서 지질 교육은 교실 환경에서 이루어지는 것이 대부분이다. 교실 환경이라고 하는 것은 교실, 실험실 등과 같이 실내 특정 공간에서 진행되는 학습 환경을 뜻하고 교실 환경이 아닌 곳, 야외 장소에서 학습을 시도하는 빈도는 매우 저조하다(박진홍, 2001). 야외 학습 환경에서 다양한 암석, 구조 등 지질학적인 현상을 관찰하고 탐구를 수행하는 것은 과학과 관련된 정의적인 영역과 인지적인 영역에도 도움을 줄 수 있기 때문에 지질학 학습은 야외 학습 환경에서 이루어지는 것이 효과적일 수 있다(조규성 외 2012, 최윤성 외 2018b). 또한 지질학을 단순히 학문적으로 접근하는 것이 아니라 지구 시스템의 일부로서 지구에서 일어나는 자연 현상과의 상호작용 내에서 특성을 이해할 필요가 있다(오현석과 김찬중, 2010). 지질학을 이해하는 과정은 지구 시스템 내에서 시간과 공간의 규모에 따라 현상을 탐색하는 것이다(NGSS, 2013). 지질학은 지구를 구성하는 시스템의 일부로서 지구 시스템 내부 및 지구 시스템의 구성요소들 사이에서 에너지 흐름과 순환의 과정으로서 이해할 수 있다(NGSS, 2013). 이와 같은 접근은 2015 개정 교육과정의 목표 중에 하나인 자연 현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다고 볼 수 있다(교육부, 2015). 학생들은 과학의 핵심 개념을 이해하고 자연 현상을 설명하기 위해서 관찰하고, 과학적인 증거를 모아서 이를 해석하거나 혹은 새로운 지식을 생성할 수도 있다. 이런 점에 비추어 보았을 때 최근 과학교육계에서 떠오르는 주요 교수학습 의제 중에 하나인 과학적 모델

및 모델링을 야외지질학습에 직접적인 적용 가능성을 탐색해볼 필요가 있을 것이다. 야외지질학습에서 이루어지는 야외 관찰 단계를 시작으로 주어진 노두에서 암석 및 지형적 특징을 포함한 지질학적인 구조를 고려하여 학생들이 직접적으로 관찰한 것을 바탕으로 과학적인 증거를 모을 수 있을 뿐만 아니라 최종적으로는 이에 근거한 자신만의 주장을 펼칠 수도 있다. 이와 같은 관찰을 기반으로 하는 단계적인 접근은 과정으로서의 과학 학습을 할 수 있는 기회를 학생들에게 제공한다는 측면에서 과학적 모델 및 모델링을 야외지질학습에 직접적으로 적용할 수 있는 가능성을 시사한다. 또한 지질학은 추론 과정으로서의 중요성을 고려해볼 때 과거 지질학적 사건(event)에 대해 과학적 추론의 타당성을 확보하는 것으로서 과학적 모델 및 모델링의 적용가능성을 시사한다(Sibley, 2009).

과학적 모델 및 모델링은 과학적인 활동의 기초적인 것으로 간주될 수 있으며, 과학적 모델 및 모델링은 과학의 산물일 뿐만 아니라 과학의 과정으로서 주어진 현상을 예측하거나 설명하기 위한 도구이다(Cheng and Lin, 2015). Gouvea and Passmore(2017)는 과학적 모델 및 모델링을 과학적 산물로서 간주하는 것이 아니라 과학자들이 현상을 설명하거나 예측하기 위한 인식론적인 도구로서 서술한다. Chamizo(2013)는 과학적 모델을 관찰한 과학적 현상을 설명하기 위하여 현상을 추상화, 관략화한 표상으로 정의한다. 과학적 모델 및 모델링에 대한 정의를 살펴보면 표상적인 측면을 강조한 것과 설명적인 측면 부각하는 것 두 가지 모두를 나타내고 있다. 미국의 차세대를 위한 과학교육 표준(Next Generation Science Standards, NGSS)에서는 과학적 모델은 현상과 과학 이론을 연결하는 하는 것으로서 모델의 역할을 제안하였으며, 과학교육의 목표로 학생들이 증거를 기반으로 과학적 모델을 만드는 능력을 강조한다. 우리나라 교육과정에서는 2007년 개정 교육과정에 학생의 흥미 유발을 목적으로 하는 과학적 모델의 사용을 제안하였다. 2009 개정 교육과정에서는 수업방법의 측면에서 과학적 모델의 활용을 통해 학생들이 과학적 개념을 이해할 수 있도록 하였다. 2015 개정 교육과정에서는 과

학적 개념에 대한 설명을 위한 모델뿐만 아니라 과학적 탐구의 과정에서 과학적 모델 및 모델링에 관한 특성과 모델과 실제 세계와의 차이가 있음을 탐색할 수 있도록 과학적 모델의 본성도 강조하였다(교육부, 2015). 더욱이 2015 개정 교육과정에서는 과학적 탐구 능력 증진과 관련하여 학생들이 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 역량을 강조한다. 과학적 탐구 능력 증진과 과학적 소양을 함양하기 위해 교수학습의 측면에서 모델 및 모델링의 중요성을 강조한다(Schwarz et al., 2009).

과학적 모델 및 모델링에 관련된 연구가 진행된 이래로 지구과학 분야에서는 천문 영역 단원을 활용한 중심으로 이루어졌다. 예를 들어 계절 변화 단원을 중심으로 진행된 연구는 계절 변화의 원인에 대한 초등학교 학생들의 정신 모델 변화 과정 분석에 관한 연구(김순미 외, 2013), 계절 변화 원인에 대한 초등학교 학생들의 설명에서 확인된 정신 모델과 묘사적 몸짓 관계에 관한 연구(김나영 외, 2014), 초등학교 학생들의 계절의 변화 단원 학습에서 모델링 중심 과학 탐구 수업의 효과와 초등예비교사들의 계절 변화 수업에 대한 연구(김순식, 2012), 계절 변화 모델링 실행에 관한 연구(Covitt et al., 2015) 등이 있다. 또한 달을 주제로 모델에 대한 연구(성나해와 최승언, 2008; 이미애와 최승언, 2008; 유희원 외, 2012; 채동현 2008)와 태양계 관련 모델에 관한 연구(채동현, 2004; 박희경 외, 2016) 등이 있다. 그 이외에도 대기 해양 단원을 기반으로 공동 생성적 대화가 모델 구성에 미치는 영향에 관한 연구(김지윤 외, 2016)가 있다. 오필석(2007)은 대기 및 해양 지구과학 관련 수업을 중심으로 하여 중등학교 지구과학 수업에서 과학적 모델의 활용 양상을 분석하였다. 판의 경계에 대한 고등학교 학생들의 정신 모델을 분석한 것(박수경, 2009)과 판구조론을 중심으로 중학생들의 정신 모델을 분석한 연구가 있다(박수경, 2011). 관악산 형성과정을 중심으로 과학적 모델의 사회적 구성을 활용하여 야외 지질학습 프로그램을 개발 및 적용한 연구(최윤성 외, 2018a)와 한탄강 국가지질공원 장소를 교육적으로 활용하여 한탄강 형성과정을 주제로 과학적 모델 및 모델링을 야외지질학습에 적용한 연구(최윤성 외, 2018d),

관악산 형성과정을 중심으로 모델 및 모델링에서 제약조건에 관한 연구가 있다(최윤성 외 2017). Dolphin and Benoit(2016)은 판구조론을 주제로 하여 학생들의 정신 모델 발달에 관한 연구를 진행하였다. 이처럼 현재까지 지구과학 교과내용을 중심으로 모델 및 모델링을 적용한 다양한 연구는 천문 영역이 가장 많고 최근에 지질 교육에 직접적으로 적용한 사례연구가 이루어지고 있다.

학생들은 과학적 문제를 해결하기 위해 관찰, 실험, 토론 등의 과정에서 증거를 직접적으로 모으고 증거를 기반으로 하여 모델을 만드는 과정에 참여하게 된다. 모델의 설명적인 측면에 중점을 둔 경우 모델 생성, 평가 및 수정 혹은 모델을 정교화 하는 과정에서 학생들은 끊임없이 타인과 상호작용을 경험한다. 학생들은 단순히 상호작용을 경험하는 것으로 그치는 것이 아니라 타인과 의사소통을 통해 상호작용의 과정에서 과학적 지식을 생성한다. 학생들은 모델을 평가하는 것으로서 모델의 적절성을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 모델을 정교화 할 수 있다. 이 과정은 학생들이 목표 현상을 설명할 수 있는 능력을 함양하는 데 도움을 줄 수 있을지도 모른다. 그렇기 때문에 과학적 모델 및 모델링 과정에서의 학습은 사회적 구성주의로서 과학 학습 교수관을 지니고 있다. 사회적 구성주의는 학습을 사회적 맥락 속에서 발생하는 것으로서 언어, 문화, 사회적인 관점에서 과학 학습을 바라본다. 언어는 학습을 하는 데 있어서 중재자 역할을 함과 동시에 의사소통의 기능적인 측면에 초점을 맞추고 있다. 그렇기 때문에 과학 학습에서 언어는 의미를 구성한다는 면과 사회적 상호작용을 할 수 있다는 면에 있어서 그 중요성이 강조된다. 학생들은 공동체 내의 학습 상황 속에서 언어를 매개로 구성원과 의사소통을 할 수 있기 때문에 공유된 상황 속에서 설명 체계를 만든다. 사회적 구성주의자들은 이와 같은 상황 내에서 지식 생산 과정에 초점을 맞추어서 학습 집단의 중요성을 강조하고 있다. 그렇기 때문에 비고츠키의 전통적인 사회적 구성주의 관점뿐만 아니라 사회언어학적 관점에서 과학 학습을 사회적, 대화적 맥락 내에서 과학이라는 문화와의 점점으로 간주하기도 한다. 기호적 상호작용 및 언어활동 이론 등을 배경으로 하는 사회언



어학적 관점에서는 상호작용, 사회언어학, 담화 분석, 비판 담화 분석 등과 같은 사회언어학의 또 다른 하위 분야로서 사회적 관점으로 접근하되 학습에 있어서의 언어적 기능에만 국한하지 않고 언어 내적으로 설명적 타당성을 확보하는 것은 물론이거와 언어가 가지는 사회적 기능과 의미를 보장하고자 한다. 사회언어학적 관점에 의거해 상호작용 과정을 바라보면 학습 공동체에서의 소집단 문화를 고려해야 한다. 소집단 문화라고 하는 것은 문화를 다루기 위해 구성된 큰 집단으로서 바라보는 시각이 아닌 학습 공동체라고 하는 특정한 목표로 구성되어진 상황 속에서 이루어진 작은 집단을 뜻한다. 예를 들어 교실 학습 환경에서 K-12 학생들이 소수의 학생들로 구성된 조를 이루어서 학습 상황에 맞도록 활동하는 그들만의 특별한 문화를 말한다. 교사와 학생들이 사회적 상호작용 과정에서 의미를 만들어가는 교실 공동체에 의한 소집단 문화를 중심으로 사회학적인 의미를 분석한 연구도 진행되었다(Bauersfeld, 1995; Newman et al., 1989). 즉, 학생들은 교사와 함께 교실 공동체 내에서 소집단문화를 만든다. 교실 활동과 학생들의 언어적, 비언어적 행동, 소집단 내에서의 문제해결, 학생들의 상호작용에 대한 미세한 접근 분석 등에 걸쳐 교실 내 소집단문화를 탐색하기 위한 다양한 방법으로의 연구가 진행될 수 있다. 하지만 이와 같은 소집단문화에 대한 사회언어학적 접근은 담화 혹은 학생들의 대화를 중심으로 연구가 이루어지기 때문에 명시적으로 드러나지 않은 의사소통에 대한 접근에는 한계점이 있다. 다시 말해 학생들의 비언어적 상호작용의 측면, 사회기호학적 관점에서 접근해본다면 학생들의 비언어적 기호, 도구 등을 고려하지 못할 수도 있다. 일련의 예로서 한국에서의 엄지와 검지를 이어 둥근 모양을 만드는 행위는 영어로 Okay를 뜻하는 반면 브라질에서의 똑같은 행위는 상스러운 욕을 뜻한다. 이처럼 작은 수신호 혹은 이와 같은 기호는 의사소통에 있어서 말로 표현하지 않지만 그들만의 문화를 드러내는 대표적인 신호임과 동시에 의미를 내포하고 있다. 이와 같은 측면에서 바라본다면 교실 공동체 내에서의 학생들의 비언어적 상호작용은 학생들의 소집단 내에서의 활동과 학습을 이해하기 위해서는 비언어적 상호작용은 놓쳐서는 안 될 필수적

인 요소일 지도 모른다. 요약하자면 비고츠키의 전통적인 사회적 구성주의에서의 학습에 대한 관점을 시작으로 지식은 개인적으로 구성되지만 동시에 사회적으로 중재되고 조절되기 때문에 사회문화적 의미 속에서 존재하는 지식으로 바라본다면 학생들이 지식을 소비하거나 재생산하는 과정은 사회언어학적 관점에서 봤을 때 학생들의 소집단문화로서 학습의 과정을 바라볼 수 있다. 그렇기 때문에 특정 학습 상황 내에서 소집단문화로서의 학생들의 학습 과정을 이해하고자 한다면 기존에 언어적 접근은 물론이거와 언어 이외의 의사소통을 위한 사회적 기능을 포함하여 사회기호학적 관점으로 바라볼 수 있어야 할 것이다. 그렇기 때문에 학생들의 소집단문화 속에서의 상호작용을 이해하기 위해서는 학생들의 비언어적 상호작용을 놓쳐서는 안 될 것이다. 교실 학습 상황 맥락 내에서 학생들의 비언어적 상호작용에는 손짓, 몸짓, 눈빛, 자세, 목소리 등 다양한 요소로 하위요소를 나눌 수 있다(Neil, 2017). 그 중에서도 이 연구에서는 학생들의 손짓을 포함하는 몸짓 행동에 중점을 둔 제스처(gestures)를 중심으로 탐색하고자 한다. 그 이유는 다음과 같다.

첫 번째 학생들의 비언어적 상호작용을 분석하기 위한 대표적 하위요소로서 손짓을 포함한 신체적 언어로서 제스처(gesture)를 표현하였다. 손짓, 몸짓, 눈빛, 자세, 목소리 등과 같은 비언어적 상호작용을 분석하기 위한 세부 분석 단위가 비언어적 상호작용의 의미를 가질 수도 혹은 가지지 않을 수도 있지만 이와 같은 비언어적 상호작용의 세부적인 요소가 과학적으로 의미가 있을지에 대한 연구자로서의 고민을 반영한 것이다. 즉, 각각의 세부요소가 과학적으로 특정 의미를 가지는 것에 대한 의문이 있었고 비언어적 의사소통을 탐색하기 위해서는 단순 하위 요소를 분류하는 접근이 아닌 학생들의 말 이외의 행동을 포함한 다양한 몸짓으로 표현되는 의미를 이해해야한다. 그렇기 때문에 세부 항목을 나누는 것으로의 접근이 필요한 것이 아니라 신체적 언어로 표현되는 학생들의 다양한 제스처에 집중하여 비언어적으로 표현되는 의미를 보다 심층적으로 이해할 필요가 있다고 판단하였다.

두 번째 인지과학(Cognition Science)적 관점에서의 접근이다. 인지과

학에서는 인지와 지각(perception)을 분리된 것으로 보았던 과거 인지적 관점에서 탈피하여 인간의 인지와 지각을 분리된 것이 아닌 상호보완적인 관계로서 인간의 경험적인 면과 신체와의 상호작용의 결과물로서 바라본다(Barsalou, 2008; Wilson, 2002). 이를 학습 상황에 대입시켜 본다면 인간의 신체, 학습 환경 등이 인지적 과제를 수행할 때 신체나 환경을 활용한다면 인지적 과제를 보다 잘 수행할 수 있을 지도 모른다. Smith et al., (2014)의 연구에서는 키넥트(kinect)를 사용하여 각도에 대한 개념을 신체로 표현하는 것이 학습에 효과적이라는 것을 밝혔고, Padalkar and Ramadas (2011)은 천문 교육에서 제스처를 사용하는 것이 시각화 할 수 있다는 점에서 개념 이해에 도움을 줄 수 있다는 것을 밝혔으며, Herrera and Riggs(2013)는 지질학적 퇴적 과정에서 학생들의 개념에 대한 분석을 통해 제스처의 사용과 발화간의 관련성을 밝혔다. Nathan(2015)은 제스처를 사용하지 못하도록 했을 때 학습에 제한이 있음을 밝히기도 하였다. 이와 같이 제스처를 활용하는 교과 교육에 대한 연구에서는 인지과학 관점을 바탕으로 하는 체화된 인지(Embodied Cognition) 관점을 근간으로 한다.

체화된 인지 관점은 데카르트적 이원론에 바탕을 둔 존재론과 이를 탈피하고자 하는 탈 데카르트적 움직임의 일환으로 해석한다. 베르크손, 메를로 폰티 등의 논의에서 뇌와 독립적으로 존재하는 심리적 속성의 기능성이 논의되고 몸 - 마음 - 환경이 독립적인 개체로서 존재하기보다 서로 상호 보완적인 기능을 하는 것으로서 몸의 행위가 마음을 구성한다고 보는 것이다. 고전적 인주주의에서 배제되었던 몸을 마음의 바탕으로 되찾게 하며(embodied mind), 마음이 환경 속에 구체적으로 구현되고(embedded mind), 환경의 연장, 확장된 마음(extended mind)으로써 환경과 몸, 마음이 순환적 양상으로 작동하는 움직임이 인간과 환경의 상호작용 안에서 재-개념화 되는 가능성을 주장한다(Bickhard, 2008). 인지 심리학자인 Wilson(2002)은 체화된 인지를 여섯 가지로 분류하였다. 상황에 놓인 인지(cognition is situated), 시간 압력 하에 있는 인지(cognition is time-pressured), 인지적 정보처리 부담을 환경에 내려놓는

인지(we off-load cognitive work onto the environment), 환경이 인지 체계의 한 부분인 인지(the environment is part of the cognitive system), 행위로서의 인지(cognition for action), 몸을 바탕으로 하는 인지(off-line cognition is body based)로 분류하였다. 체화된 인지에서 가장 중요한 것은 마음과 인지가 몸을 기반으로 하고 있다는 입장이다(Shapiro, 2011). 여섯 가지 중에서도 인지적 정보처리 부담을 환경에 내려놓는 인지와 몸을 바탕으로 하는 인지를 제스처와 관련된 체화된 인지로서 간주한다(Amin et al., 2015).

학생들의 제스처를 연구하기 위해서는 학생들의 상호작용이 이루어지는 맥락적인 이해도 필수적이다(Norris, 2012). 그렇기 때문에 이 연구에서는 학생들의 제스처를 분석하기 위해 Norris(2004)의 다면적 상호작용(multimodal interaction)을 연구 방법론적 체계(methodological framework)로서 접근 하였다. 다면적 상호작용은 근접성(proxemics), 자세(posture), 머리 움직임(head movement), 몸짓(gesture), 응시(gaze), 음성 언어(spoken language), 레이아웃(layout), 프린트(print), 음악(music) 등을 다면적 상호작용을 분석하기 위한 세부 항목으로 분류하여 각각에 대해 맥락적인 상황을 기술하는 것으로 상호작용을 이해하고자 한다.

위와 같은 논의를 바탕으로 이 연구에서는 학생들의 제스처를 탐색하는 것으로서 지구과학 교과교육의 대표 분야인 야외지질학습에 과학적 모델 및 모델링을 적용한 학습 사례를 이해하고자 한다.

## 2. 연구의 목적 및 연구 문제

이 연구는 ‘S’ 대학 부설 영재 교육원에 재학 중인 과학 심화반 45명, 지구과학 사사반 4명 학생을 대상으로 연구 참여자를 모집하였고, 연구 참여에 동의한 과학 심화반 6명, 사사반 4명 총 10명의 학생을 대상으로 진행하였다. Orion(1993)의 가상의 공간(Novelty space)을 고려하여 2015 개정 교육과정 암석과 광물에 관한 성취기준, 지리적인 문제, 심리적인 요소를 고려하여 야외답사 장소를 관악산과 국가지질공원 한탄강 인근으로 선정하였다. 야외지질학습 주제는 각각 관악산 형성과정과 한탄강 형성과정이었다.

이 연구는 지구과학 교과 교육의 대표 영역 중에 하나로서 지질학을 선택하여 모델 및 모델링을 교수학습 방법으로 적용하였고, 야외지질학습에 과학적 모델 및 모델링을 적용하여 학생들의 상호작용을 심층적으로 이해하기 위해 학생들의 제스처를 질적으로 탐색하고자 하였다. 이 연구는 야외지질학습에 적용한 과학적 모델 및 모델링의 교수 학습 측면에서의 교육적 함의를 찾고자 했을 뿐만 아니라 야외지질학습에 과학적 모델 및 모델링을 직접적으로 적용한 사례로서 학령인구가 가장 많은 수도권에 야외지질학습 장소 제공의 측면으로서 도움이 되고자 한다. 또한 인지 과학의 측면에서 인간 발달에 기초한 제스처 연구가 아니라 이를 교과 교육에 이르기까지 교육적으로 활용가능하다는 점을 보여줄 수 있다는 점에서 인지발달에 관한 제스처의 연구의 한계점을 극복하는데도 도움이 될 수 있을 것이다.

위와 같은 연구의 목적을 바탕으로 다음과 같이 연구문제를 정리하였다.

연구문제 첫 번째, 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처 양상은 어떠한가?

- 첫 번째 연구문제는 학생들에게서 볼 수 있는 제스처의 종류가 무엇

인지, 어떤 제스처가 나타나는지를 살펴보는 것을 목적으로 위와 같은 연구문제를 설정하였다.

연구문제 두 번째, 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처의 특징은 무엇인가?

- 두 번째 연구문제는 학생들이 보여준 제스처가 전체론적인 관점에서 사회적인 기능적인 측면과 과학적 내용적인 측면을 고려하여 제스처의 특징을 탐색하는 것을 목적으로 한다.

연구문제 세 번째, 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처와 모델 형성과정과는 어떠한 관련성이 있는가?

- 이 연구에서 제스처를 탐색하는 것은 제스처가 뜻하는 바만 알아보고자 하는 것은 아니다. 다시 말하자면 야외지질학습이라고 하는 특정 학습 환경 안에서 소집단에 초점을 둔 이래로 학생들의 상호작용 내에서 제스처를 심층적으로 탐색하고자 하였으며 교수 학습의 측면에서 학생들의 비언어적 상호작용의 측면을 고려하여 제스처가 갖는 교육적 의미를 탐색하는 데 있다. 예를 들어 과학적인 의미를 내포하고 있는 제스처는 교사가 야외지질학습을 실행하고 이해하는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 교수학습의 측면에서 과학적 모델 및 모델링을 사용한 결과를 보여줄 수 있다. 그리고 제스처는 인지발달에 근거하여 오랫동안 연구가 지속되어 왔는데, 제스처가 인지발달에만 국한된 것이 아니라 교과 교육에 까지 적용가능하다는 것을 보여주는 사례로서 기존 연구의 한계점을 극복하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

### 3. 용어 정리

#### 제스처(Gesture)

‘제스처’의 사전적인 의미는 ‘몸짓’으로 번역되며 국립국어원 표준국어대사전에서 몸짓은 ‘몸을 놀리는 모양’으로 명시되어있다. 하지만 이 연구에서는 몸짓이라는 용어 대신에 제스처(gesture)라고 하는 본연의 단어 그대로를 한국어로 작성하였다. 그 이유는 다음과 같다. 이 연구에서 뜻하는 제스처는 몸을 놀리는 모양이라고 하는 추상적인 형태로서의 몸짓을 뜻하는 것이 아니라 손, 발, 몸동작 등과 같이 구체적인 형태로서 주로 학생들의 손짓에 초점을 두어 비언어적인 의사소통의 도구 중에 하나로서 제스처를 다루는 것이기 때문에 몸을 놀리는 모양을 뜻하는 한글 몸짓은 이 연구에서 뜻하는 제스처를 설명하기에 부적합하다고 판단하여 원어 그대로 제스처라고 하였다. 그렇기 때문에 이 연구에서 한글로 번역되는 몸짓이라는 용어보다는 특정 의미를 표상하는 형태로서 제스처를 사용한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 야외지질 학습(Learning in Geological Field Trip)

야외지질학습에 대한 접근을 두 가지 눈으로 바라볼 것인데 첫 번째는 학교 밖 학습 환경으로서 야외지질학습을 볼 것이고 두 번째는 지구과학 교과교육의 관점에서 바라보고자 한다.

첫 번째 학교 밖 학습 환경으로서의 접근은 다음과 같다. 학교 밖 학습 환경으로서 물리적 공간의 중요성은 지속적으로 강조되어 왔다(Lavie and Tal, 2017; Brody, 2005; Morag and Tal, 2012; Falk and Dierking, 2000). 그 중에서도 야외 학습 환경은 교실에서 제공할 수 없는 경험을 할 수 있을 뿐만 아니라 인지, 사회, 정의적인 영역에서 학습 효과가 있다(Afonso and Gilbert, 2007; Allen, 2004; Bamberger and Tal., 2008; Dillon, 2012; Morag and Tal, 2012; Tal et al., 2014).

두 번째 지구과학 교과교육의 관점에서 야외지질학습은 아래와 같이 서술할 수 있다. 야외 학습 환경이 인지적 영역과 정의적 영역에서 학습의 결과물로서 효과가 있을 수 있다(Hoisington et al., 2010; Hutson et al., 2011; Nabors et al., 2009; Orion and Hostein, 1994; Streule and Craig, 2016). 야외지질학습은 학생들에게 공간적인 사고의 증진을 위해 도움을 줄 수 있고(Orion et al., 1997; King, 2008) 학습 경험의 과정으로서 전형적인 교실 학습 환경으로의 학습보다 가상의 공간(Novelty space)를 충족시켜준다는 점에서 효과가 있다(Orion and Hofstein, 1994; Stokes and Boyle, 2009; Van Der Hoeven Kraft et al., (2011).

학교 밖 학습 환경으로서 야외 학습 환경의 중요성은 지속적으로 강조되어 왔으며 야외지질학습은 지구과학 교과 교육에서 학교 밖 학습 환경을 고려해야하는 대표적인 분야로서 끊임없이 연구가 지속되어왔다.



야외지질학습에 대한 연구를 국내 사례와 국외 사례로 구분하여 서술하고자 한다.

## 가. 야외지질학습에 대한 국내 연구

지구과학교과교육에 대한 대표 연구 분야 중에 하나로서 야외지질학습만이 갖고 있는 학습 환경, 상황과 맥락을 이해할 필요가 있다. 국내에서 진행된 야외지질학습에 관한 연구는 다음과 같이 세 가지로 분류하여 요약할 수 있다.

첫 번째 야외지질학습에 대한 학생 혹은 교사들의 인식에 관한 조사이다. 야외지질학습에 대해 학생, 현직교사, 예비교사 등 다양한 사람들의 야외지질학습에 대해 어떻게 인지하고 있는지 알아보는 연구이다. 인식조사에 관한 연구는 특정 분야에 관계없이 심층적인 연구가 진행되기 전에 반드시 수행되는 연구 중에 하나로서 해당 분야의 기초적인 작업의 단계라고 간주할 수 있다. 우리나라의 경우에도 중학생 혹은 고등학생들이 야외지질학습에 대해 어떤 인식을 갖고 있는지에 대한 연구에서부터, 초임교사들은 야외지질학습이 필요로 한 것인지 혹은 중요하다고 생각하고 있는지, 뿐만 아니라 초임교사들에게 필요로 하는 교육은 무엇인지 등 현재 자신의 정체성에서 야외지질학습을 어떻게 인식하고 있는지 알아봄으로서 이를 기반으로 야외지질학습에 대한 연구를 뻗어갈 수 있는 기초적인 자료 조사가 될 수 있다. 예를 들어 최윤성 외(2018b)에서는 현재 사범대학 지구과학교육과에 재학 중인 예비교사를 대상으로 야외지질학습의 필요성, 교육적 가치, 야외지질학습에 대한 경험 및 필요로 하는 교육 혹은 야외지질학습을 실행할 때 필요로 한 것이 무엇인지 구체적으로 탐색하였다.

두 번째 야외지질학습에 관한 프로그램 개발 및 적용이다. 야외지질학습 프로그램을 개발하고 적용하는 것에 관한 연구는 야외지질학습 국내

연구 분야에서 빈도가 가장 많은 것 중에 하나이다. 그 이유는 한국의 지리적인 특성 중에 하나로서 삼면이 바다로 둘러싸여 있고 오랜 시간에 걸쳐 현재와 같은 모습이 되었는데 시간을 거슬러 올라가서 그 이전의 상태, 다시 말해 현재와 같이 삼면이 바다가 아니었을 때의 지질학적인 상태(condition) 등을 고려할 수 있다. 변성암, 퇴적암, 화성암을 모두 관찰할 수 있는 것이 아니라 서울, 경기 등을 수도권 일대, 강원, 충청, 경상, 전라, 제주에서 볼 수 있는 지질학적인 특성에 차이가 있어서 각 지역을 대표할 수 있는 지질학적인 특성을 살린 야외지질답사 장소가 개발되고 있다. 특히 야외지질답사 장소를 포함하여 야외지질학습 프로그램에 대한 개발은 지속적으로 연구가 진행되어 왔다. 2009 개정 지구과학 I ‘아름다운 한반도’ 단원과 같이 교육과정에서도 한반도 많은 지역의 지질을 소개하기 시작하였다. 각 지역 대학 연구소, 국가 기관 연구소가 중심이 되어서 각 지역의 야외지질학습에 관한 자료를 논문과 저서의 형태로 소개하였다(김해경 2015; 김해경 2016; 김해경과 오강호, 2014; 김해경과 오강호, 2016; 김해경과 오강호, 2018; 김화성 외 2013; 안건상, 2013; 윤마병 외 2017; 조규성 외 2012; 조규성 외 2015; 조규성 외 2016, 최운성 외 2018a). 뿐만 아니라 야외지질학습 적용의 대표적인 예로서 2010년 제주도가 유네스코 지정 세계지질공원 등재에서부터 경북 청송 세계지질공원, 광주 무등산 세계지질공원, 한탄강 국가지질공원, 울릉도, 독도, 부산, 강원 고생대 지질공원 등 각 지자체에서 유네스코 지정 세계지질공원, 국가지질공원 등을 개발하여 단순히 야외지질학습에만 초점을 맞추는 것이 아니라 지질유산을 기반으로 지속 가능한 지역 경제 개발에 기여할 수 있고 지질관광 및 타학문과의 융합적인 측면에서 바라볼 때 지구 시스템적으로 지질학을 이해할 수 있는 기회가 된다. 이렇듯 야외지질학습은 해당 지역의 지질학적인 특징을 기반으로 야외지질답사지 및 야외지질학습 프로그램 개발 및 적용에 관한 많은 연구가 진행되었고 최근에는 이를 발달시켜 야외지질학습 프로그램 개발 및 적용에만 머무는 것이 아니라 고고학, 생태학 등 타학문과의 연계의 과정을 거쳐서 지질공원을 발달시켜 지역경제 활성화에 이바지 하고 있다.

세 번째 야외지질학습에서 학생들이 인지적 정의적 영역에 대한 학습 효과 및 발달에 관한 연구이다. 첫 번째와 두 번째는 야외지질학습과 직·간접적으로 관련된 사람들의 인식과 그리고 야외지질학습 프로그램을 개발하고 적용하는 연구였다면 세 번째는 야외지질학습을 실행한 이후에 학생들의 인지적 혹은 정의적 영역에서의 변화에 대한 연구이다. 즉, 야외지질학습을 실행한 이후에 학습적으로 어떤 효과가 있었는지 혹은 없었는지 등 구체적으로 야외지질학습을 실시하고 이후의 변화에 대해 탐색하는 것으로서 야외지질학습에 대한 긍정적인 피드백에 관한 연구가 주를 이루었다.

야외지질학습에 대한 국내 연구의 흐름은 야외지질학습에 대한 인식은 해당되는 다양한 사람들에 대해 많은 연구가 오랫동안 진행되어 왔으며 이를 근간으로 현직 교사들에게 도움을 주기위한 야외지질학습 프로그램 개발 및 적용에 관한 연구도 끊임없이 진행되었다. 뿐만 아니라 야외지질학습을 실행하고 야외지질학습에 참여한 학생들의 수업의 효과에 대한 것을 인지적 정의적 영역을 중심으로 살펴본 연구로 분류할 수 있다. 이와 같은 국내 연구의 흐름은 현직 혹은 예비교사들에게 야외지질학습을 실행하는데 도움을 주기 위해 대표적인 사례로서 직접적으로 제시하고 있다. 반면에 이와 같은 흐름에서 벗어나 야외에서 직접적으로 나가지 않고 가상(VR) 지질학습 프로그램을 개발하거나 활용하는 연구들도 있으나 이와 같은 연구도 야외에서 직접적인 관찰의 과정이 없을 뿐 지질학습 프로그램을 개발하거나 적용한다는 점에서 야외지질학습 프로그램 개발 및 적용의 연구와 일맥상통한다고 간주할 수 있다. 그렇기 때문에 국내에서 현재 진행 중인 야외지질학습에 관한 연구는 위와 같이 크게 세 가지로 분류할 수 있다.

## 나. 야외지질학습에 대한 국외 연구

야외지질학습에 대한 국외 연구는 국내와는 상황이 조금 다른 측면이 있다. 한국은 K-12 정규 교육과정이 완성되어 지구과학 교과가 발달할 수 있는 환경이지만 국외에서는 나라에 따라 교육과정이 정교화 되어 있지 않아서 지구과학, 지질학 등 야외지질학습을 진행할 수 있는 정규교육과정이 갖추어지지 않은 나라들도 많다. 이와 같은 현실적인 면을 고려하여 국내 연구와는 다른 측면으로 국외 연구에 대해 세 가지로 분류할 수 있다.

첫 번째 첨단화 되어가는 다양한 장비 및 기술적인 측면을 활용하여 야외지질학습을 실행하는 것이다(Whitmeyer et al., 2009; Swanson and Bampton, 2009; Welsh and France 2012; Zecha and Hilger 2015). 예를 들어 GPS나 QR 코드 등을 교육적으로 활용한 연구들로서 최근 기술의 발전과 이를 사용해서 다양한 시도가 이루어지고 있다. GPS로서 정확한 위치 측정이 가능할 뿐만 아니라 QR 코드 등의 활용은 지질학적인 특징을 즉각적으로 살펴볼 수 있는 많은 기회를 제공한다(Silval et al., 2016). 그 이외에도 QR 코드는 특정 정보를 담아 두고 스마트폰 등의 휴대용 장치를 활용하여 많은 정보에 접속할 수 있도록 한다. 이와 같이 기술적인 측면을 고려한 접근은 대도시의 도시 건물을 구성하는 암석을 기반으로 새로운 형태의 야외지질학습을 보여주는 사례일지도 모른다. 웹 기반 다양한 어플리케이션 사용하는 등 기술적인 발전에 따라 이를 활용한 야외지질학습으로의 교육적 활용가능성을 보여준다고 할 수 있다.

두 번째 야외지질학습을 지속가능한 개발의 개념으로서 접근이다. 사회적 유산의 개념으로서 주요 건물을 구성하는 암석, 그리고 역사적인 시간의 흐름 속에서 현재의 상황을 메타적으로 탐색하는 방법이다. Vasconcelos, et al., (2016)은 지속가능개발의 관점으로서 지질학 학습의 중요성을 강조한다. Mateucci et al., (2014)은 지오에틱스(geoethics)라는 용어를 사용함으로써 인류에게 도움을 주기 위해서 지권을 보호하는데

최선을 다해야한다는 사회적 함의를 포함한 학습을 뜻하는 것이다. 지속 가능한 개발이라고 하는 개념으로 야외지질학습을 바라보는 연구는 특정 내용에 집중된 연구라기보다 사회 문화적인 요소를 고려한 복합적인 형태의 학습으로 이해할 수 있다. 지하자원을 잘 이용하는 방법 등이 예시가 될 수 있으며 사회 속에서 성장하는 학생들의 과학적 소양의 증진을 목적으로 하고 있는 것일지도 모른다(Vasconcelos, et al., 2016).

세 번째 야외지질학습 교수학습 방법에 대한 연구이다. 야외지질학습에 대한 연구에서 국내와 국외 연구의 가장 큰 차이점 중에 하나는 정규 교육과정에 대한 것이다. 한국은 지구과학이라고 하는 교육과정이 만들어졌고 학년별 학습 내용과 성취 기준이 분명하기 때문에 이에 적합한 야외지질학습을 개발하거나 연구가 진행되는 반면 국외에서는 지구과학 혹은 지질학 등과 같이 야외지질학습을 실시하기 위한 교육과정이 갖춰지지 않은 곳이 있다. 그렇기 때문에 교수학습 방법에 대한 연구로서 대표적으로 학습 자료로서 교과서에 관한 것이다(Brusi et al., 2016). 또한 교수 방법으로서 최근 과학교육계에서 주요 의제 중에 하나로서 떠오른 모델 및 모델링이다. 지질학은 유비적 추론(analogical reasoning)과정과 관련성이 있다(Jee et al., 2010). 지질학에서 모델의 역할을 추리에 있어서 매우 중요하고 과학적으로 과거사건(event)을 추론할 수 있도록 직접적인 관련성이 있다(Sibley, 2009).

국내 연구에서는 야외지질학습이라고 하는 학습 내용적인 측면을 중심으로 연구가 진행되는 반면 국외에서는 야외지질학습이라고 하는 특정 콘텐츠에 집중하기보다 야외지질학습을 실행하기 위한 도구적인 측면의 연구가 진행되고 있다. 이런 점에 비추어볼 때 국내 연구는 우리나라가 처해 있는 지형학적인 특성과 지질학적인 특징을 반영하거나 교육과정을 기반으로 교육적으로 다양하게 활용하고자 하는 연구가 진행되었다. 반면 국외 연구는 GPS, QR 코드, 웹 기반 어플리케이션 등과 같이 기술적인 발달로 말미암아 이를 도구적인 요소로서 사용하는 연구가 있다. 뿐만 아니라 학생들에게 교육적으로 활용하고자 하는 연구에 초점을 맞추

는 것이 아닌 지속가능한 개발의 관점과 과학적 소양 증진 목적으로 하는 야외지질학습으로서 일반대중이 친숙하게 접근할 수 있는 접근의 용이성을 고려하여 대도시 지역의 건물의 암석과 역사적인 배경 등 다양한 학문의 복합적 성격을 보이기도 한다. 그 외에도 교수학습의 측면을 고려한 접근이 있다.

국내 및 국외 연구를 망라하여 최근에는 야외지질학습, 지질학 학습을 특정 교과목의 일환으로서만 접근 하는 것이 아니라 지구 시스템으로서 지권(geosphere), 수권(hydrosphere), 대기권(atmosphere), 생물권(biosphere)으로 분류되는 하위요소로서 지구 시스템 내의 상호작용으로서 이해한다(오현석과 김찬중, 2010; Orion and Libarkin, 2014; Orion, 2016). 그 중의 실례로서 암석의 순환을 지구 시스템의 일부로 설명하는 모형이 있다(Rodrigues et al., 2016).

야외지질학습에 관한 연구는 1980년대부터 본격적으로 연구가 되기 시작하여 1990년대 말 ~ 2000년대에 이르기까지 지속적으로 진행되어 왔다. 그럼에도 불구하고 현재에 이르기까지 야외지질학습 지구과학 교과교육의 특징을 보여주는 대표적인 연구 분야로서 야외 학습 환경이라고 하는 특수한 환경에서 진행될 수 있는 것으로서 교실 환경과의 관련성도 고려해야한다. 그리고 실제적으로 야외지질학습을 진행하기 위한 현직 교사 혹은 예비 교사들의 인식 및 중요성과 실증적인 답사 자료를 필요로 하였다(최윤성 외 2018b; Stokes and Boyle 2009, Betzner and Marek, 2014). 즉 지구과학 교사들은 야외지질학습을 직접 실행하거나 진행함으로서 수업의 전문성을 보여줄 수도 있다(Petcovic et al., 2014). 향후 야외지질학습에 관한 수업 전문성 분야에 관한 연구, 지속가능 개발과 과학적 소양을 갖춘 현대 시민으로서 야외지질학습의 사회적 활용 등 학교 학습 내에서 야외지질학습에 관한 연구와 동시에 지질학, 역사, 생태학 등 타 학문과의 융합적인 면과 사회적 맥락 내에서 연구 등 다양하게 발전시킬 수 있을 것이다.

## 2. 과학적 모델 및 모델링(Scientific Models and Modeling)

과학적 모델 및 모델링은 최근 과학교육계에서 교수학습의 측면에서 중요한 의제 중에 하나로서 이 연구에서는 과학적 모델 및 모델링의 다양한 연구 중에서도 교수학습의 측면에서부터 야외지질학습과의 관련성을 고려하여 지질학적 모델(geoscientific models)을 중심으로 과학적 모델 및 모델링에 관한 문헌을 고찰한다. 과학적 모델 및 모델링에 대한 정의, 과학적 모델 및 모델링의 중요성과 교육과정에서의 제시된 과학적 모델의 역할, 지구과학 분야에서 과학적 모델 및 모델링에 관한 선행 연구, 그리고 지질학에서의 과학적 모델 및 모델의 활용가능성과 역사적인 사례를 알아본다.

과학적 모델에 대한 정의는 두 가지 측면으로 크게 구분할 수 있다. 첫 번째 실세계나 자연 현상의 특징에 중점을 두어 계(system)를 추상화(abstract)하거나 단순화(simply)하는 표상으로서 정의한다(Chamizo, 2013; Morrison and Morgan, 1999; Giere 2010). 두 번째 실세계나 자연 현상을 추상적인 개념과 이론을 연결함으로서 구체적인 설명의 과정으로서 정의한다(Baetu 2014; Gilbert et al., 1998; Koponen and Tala, 2014; Oh and Oh 2011; Treagust et al., 2002; Winsberg 2001). 과학적 모델에 관한 두 가지 측면으로서의 정의는 과학적 모델이 표상적인 면과 모델이 설명하는 역할로서 의미를 지닌다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 과학적 모델은 특정한 면으로서 바라보는 것이 아니라 시스템 내에서 두드러지는 특성을 명확하게 하거나 혹은 과학적 현상을 이해하고 설명하기 위해서 현상을 단순화 하여 나타낸 표상으로 이해해야한다(NRC, 2012).

과학적 모델은 학생들이 관찰한 실세계, 자연 현상 등에 대해 자신의 정신 모델(mental model)을 다양한 형태의 표상적인 형태로, 표현 모델로 나타내며 자신의 모델을 동료 집단, 타인과의 상호작용을 통해 평가, 수정, 재생산과 같은 일련의 과정을 통해 과학적 지식을 구성한다

(Clement, 2000; Gilbert et al., 1998; Justi and Gilbert, 2002; Windschitl, et al., 2008). 학생들이 모델의 생산에서 수정, 평가 및 반성의 과정을 통해 과학적 지식을 재구성하는 과정을 모델링이라고 하며 모델링 과정을 통해 학생들은 자신들이 관찰한 실세계, 자연 현상을 설명하거나 예측할 수도 있다(Mandinach and Cline, 1993; Clement 2000).

과학교육의 중요한 목표 중에 하나인 과학적 탐구 능력 신장은 학생들이 과학 지식을 능동적으로 구성할 수 있는 능력을 뜻한다. 과학적 탐구 능력을 함양하기 위한 대표적인 방법으로서 과학적 모델 및 모델링을 활용한 교수학습 방법이 주목을 받고 있다. 과학적 모델 및 모델링은 과학교육에서 과학적 탐구와 과학적 소양의 핵심적인 부분이다(Schwarz et al., 2009). 미국의 차세대를 위한 과학교육 표준에서는 학생들이 증거를 기반으로 하는 과학적 모델 및 모델링의 능력을 강조하고, 모델은 자연 현상과 이론을 연결하는 과학적 설명 방법 중에 하나라고 제안한다(Next Generation Science Standard, 2013). 즉, 과학적 모델은 자연 현상과 이론의 매개체로서 역할을 하고, 자료로부터 만들어진 모델은 이론을 발전시키기 위한 유용한 통찰력을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 이론을 더 잘 이해할 수 있도록 하는데 도움을 줄 수도 있다(Oh, and Oh 2011). 우리나라에서도 2009 개정 교육과정에서는 과학적 모델을 활용하여 과학 개념의 이해를 도모하였으며 2015 개정 교육과정에서도 과학적 모델의 중요성을 강조하며, 과학적 모델을 활용한 수업 방법과 과학 개념 이해를 강조하였다(교육부, 2015). 미국 과학교육 표준(National Science Education Standard, NSES)에서는 학생들이 자신의 모델이나 이론을 형성할 수 있는 기회가 제공되어 이를 실행해야 함을 강조하고 있는데(NRC, 1996), 과학 지식을 나타낼 수 있는 능력, 논리적 추론 능력, 분석, 타인과의 상호작용 속에서 과학적 지식을 재생산하는 능력 등을 제시하며 과학적 모델의 활용을 강조한다.

과학적 모델 및 모델링은 학생들에게 과학자들의 활동을 반영하게 하며 탐구기반학습 능력을 신장시킬 수 있도록 한다(Torres et al., 2015). 과학적 모델 및 모델링 활동은 중요한 탐구 기술(skill)을 발달시킬 수



있다. 예를 들어, 관찰, 질문, 가설설정, 예측, 자료 수집, 자료 분석, 결론 등의 과정이 있다(Akerson et al., 2011). 과학적 모델은 사고, 예측, 경험적 이해를 목적으로 하는 도구를 제공한다. 그렇기 때문에 과학적 모델 및 모델링은 도구적인 측면의 역할도 있다(Cheng and Lin, 2015). 이와 같은 관점은 학생들을 단순히 학습자로서만 보는 것이 아니라 학생들이 과학에 참여자로서 바라보는 관점으로서 과학교육의 새로운 비전(vision)으로 제시되는 것과 일맥상통하다(Schwarz et al., 2017). 최근에는 과학적 모델 및 모델링과 NGSS의 또 다른 실행 목표 중에 하나로서 수학적 사고, 컴퓨팅 사고를 사용하는 것, 증거를 기반으로 하는 논증에 참여하는 것, 문제해결 능력 등과의 관련성을 다루기도 한다(Gouvea and Passmore, 2017).

과학적 모델 및 모델링에 관한 연구가 활발히 진행된 이래로 지구과학 분야에서는 천문 영역과 관련된 단원을 활용한 연구가 주를 이루었다(조혜숙과 남정희, 2017). 국내 사례로 한정하여 살펴보자면 계절 변화를 주제로 계절 변화의 원인에 대한 초등학생들의 정신 모델 변화 과정 분석에 관한 연구(김순미 외 2013), 초등학생들의 계절의 변화 단원 학습에서 모델링 중심 과학 탐구 수업의 효과와 초등예비교사들의 계절변화 수업에 대한 연구(김순식, 2012) 등이 있다. 달을 주제로 모델에 대한 연구(채동현, 2008; 이미애 최승언, 2008; 유희원 외, 2012)와 태양계 관련 모델에 관한 연구(채동현, 2004; 박희경 외., 2016) 등이 있다. 그 이외에도 대기 해양 단원을 기반으로 공동 생성적 대화가 모델 구성에 미치는 영향에 관한 연구(김지윤 외, 2016)가 있었다. 박수경(2009)은 판의 경계에 대한 고등학생들의 정신 모델을 분석한 것과 박수경(2011)은 판구조론을 중심으로 중학생들의 정신 모델을 분석한 연구가 있었다. 그 외에도 최윤성 외(2018a)은 관악산 형성과정을 중심으로 과학적 모델의 사회적 구성을 활용하여 야외지질학습 프로그램을 개발 및 적용한 연구와 최윤성 외(2017)에서는 관악산 형성과정을 중심으로 모델 및 모델링에서 제약조건에 관한 연구가 있었다. 선행연구에서 모델 및 모델링을 직접 교과교육에 활용하고자 할 때 유희원 외(2012)이 제시한 수정된 GEM cycle을

사용하였다. 이 연구에서도 유희원 외(2012)이 제시한 수정된 GEM cycle을 사용하고자 한다. 수정된 GEM cycle이란 모델의 생성(Generation), 평가(Evaluation), 수정(Modification)으로 구성된 기존의 Clement(1989)의 GEM cycle에서 적용(Application)의 단계를 추가하여 명명한 것이다. 수정된 GEM cycle을 사용하는 이유는 다음과 같다.

학생들은 모델 및 모델링의 과정에서 자신의 모델을 생성, 평가 및 수정의 과정을 경험한다. 모델을 만들고 평가의 과정에서 오류를 발견하면 이를 수정하거나 혹은 새롭게 모델을 만들 수도 있다. 실제로 이와 같은 과정은 Nersessian(2008)이 맥스웰의 전자기 방정식을 찾았던 것을 설명하는 방법과도 같다. 이처럼 과학자들이 실제로 경험했던 과정을 학생들에게 경험해보도록 하는 것인데, 다시 말하자면 학교 과학에서 과학자들이 실제로 경험했던 모델 및 모델링의 과정을 학생들이 직접 경험하면서 과정으로서의 과학을 익힐 수 있는 기회를 제공받을 수 있는 것이다. 다만, 학생들은 과학자가 아닐뿐더러 학교 과학 교육과 과학자들의 추구하는 목표에는 차이가 있기 때문에 지향하는 모델 및 모델링에도 차이가 있을 수 있다. 즉 과학자가 과학을 바라보는 눈과 학교 과학교육이 바라보는 방향의 차이로 인해서 기본적인 성격이 달라질 수도 있다. 그렇기 때문에 수정된 GEM cycle은 학습자를 중심으로 모델을 구성할 수 있도록 하였고 교육학적인 접근이 가능하도록 설계하였기 때문에 이 연구에서 활용하고자 한다. 수정된 GEM cycle을 도식화 하면 그림 1과 같다. 수정된 GEM cycle은 모델의 생성, 평가, 수정 그리고 적용의 단계에 이르기 까지 각각의 4단계가 특정 단계로 묶이는 것이 아니라 지속적으로 반복적인 상호작용이 일어날 뿐만 아니라 순환적인 양상을 보인다는 것이 특징이다. 그리하여 모델 및 모델링 과정에서 학생들은 자신의 모델을 끊임없이 발전시켜 나갈 수 있다.

과학적 모델은 과학적 지식을 생산하고 발달시키는데 매우 중요하다. 더욱이 지질학에서, 모델과 유비적 추론은 과학적 설명과정에서 힘과 현상의 과정을 설명하는데 관련성이 있다(Frodeman 1995; Jee et al., 2010). 지질학에 관한 연구에서 모델의 중요성은 부인할 수 없음에도 불

구하고 모델의 사용에 대해서는 초기에서부터 심한 논쟁이 있었다 (Brandstetter 2011; Oreskes 2007). 지질학에서 모델 및 모델링에 관한 역사적인 사례를 살펴보면 James Hall (1761 ~ 1832), 지질학의 아버지라 불리는 제임스 홀은 19세기 초 미국 애플래치아 산맥 형성에 관한 모델링을 실험실 환경에서 적용한 사례이다. 제임스 홀은 습곡의 근원을 설명하기 위해 'Hall's compression box'라고 불리는 모델을 만들었다. 이 박스는 지층이 쌓여진 형태로 처음에 존재하고 있다가 양쪽에 밀거나 잡아당기는 힘이 작용하면 지층이 휘어지는 형태로서 습곡이 만들어지는 것을 설명한다. 이 박스는 습곡의 구조를 보여줄 수 있음에도 불구하고 그의 스승인 James Hutton(1726 ~1797)으로부터 많은 비판을 받았다. 홀이 사망하고 약 50여년이 지난 후부터 다른 지질학자들이 (Lyell(1871), Favre(1878), Daubree(1879), Reade(1886), Cadell(1888)) 다른 방법으로 산의 형성과정과 습곡 구조 생성의 다양한 면을 고려한 연구를 진행하였다(Graveleau et al., 2012; Oreskes, 2007).

제임스 홀은 처음으로 지향사에 대한 이론을 발표하였는데, 아메리카 대륙 동안에서 서부의 미시시피에 이르는 내륙 평원의 단면을 그리던 중 각 지층이 애플래치아 산맥 부근에서 몇 배 ~ 몇 십배에 이르기 까지 매우 두꺼워진 것을 발견하고 두꺼운 지층이 습곡을 받아 융기한다고 주장하였다. 지향사 이론에서 주장하는 것 중에 하나는 퇴적되는 특정 위치에서 지속적으로 퇴적작용이 일어나고 퇴적이 일어나는 장소는 점점 광범위해질 뿐만 아니라 퇴적작용에 의해 특정 지역에 무게가 점진적으로 증가한다. 그렇기 때문에 침강작용이 일어나고 지구 내부로 내려갈수록 온도와 압력이 높기 때문에 부분 용융 지점(Partial melt zone)에서 열과 압력에 의해 변형을 받아서 화산 폭발이나 혹은 다른 움직임을 야기하게 된다. 이와 같은 움직임이 반복적으로 일어나서 특정 지역의 퇴적물의 두께가 증가하는 것으로 설명한다. 결과론적으로 현재 지향사 이론은 폐기된 것으로 지향사 이론이 무너지는 것의 근본적인 이유는 수평적인 움직임을 설명하지 못하였기 때문이다. 지향사 이론은 물질의 수직 운동만으로 현상을 설명하고자 하였기에 많은 문제점이 내포되어 있었던

것이다. 판구조 운동과 판구조론이 등장하면서 지향사 이론은 잘못된 것으로 받아드려졌지만 그럼에도 불구하고 제임스 홀과 그 이후 지질학자들의 연구에서 애피래치아 산맥 부근의 습곡 현상과 두꺼운 퇴적물 등 관찰 등과 같이 자연 현상을 설명하기 위한 모델이자 표상의 형태로서 지향사 이론을 만들어냈다는 점에서 의의가 있었다.

지질학적 모델 및 모델링은 이처럼 산맥의 형성과정을 이해하기 위해 광범위 하게 사용될 수 있을 뿐만 아니라 예를 들어 쓰나미, 지진, 해안선 형성 등과 같은 다양한 자연현상을 이해하기 위해서도 활용될 수 있을 지도 모른다. 모델은 지질학적 연구를 수행하기 위해 현재 가장 중요한 도구 중에 하나이고 이론을 증명하거나 가설 설정, 실험(test) 등을 위해서 사용된다(Orekes, 2007). 현재 지질학적 모델은 미래를 예측하는 것과 밀접한 관련이 있긴 하지만 지질학은 너무 복잡하고 많은 불확실성을 다루고 있기 때문에 완벽하게 실험하기란 거의 불가능하다(Oreskes, 2007). 그리하여 이러한 불확실성을 인식하는 것은 과학적 모델링의 특성을 이해하는데 중요한 것으로 간주된다(Oh and Oh, 2011). 과학적 모델 및 모델링에 관한 선행연구에서 지질학적 모델(Geoscientific model)이라고 일컫는 지질학에 관한 모델은 자연 현상을 설명하기 위한 측면을 고려하였다. Hall's compression box, 지향사 이론 등 역사적인 사례에서 지질학적 모델과 모델링에 관한 사례를 통해 모델 및 모델링이 지질학 분야에서도 제안되어 왔었고 지질학 교육의 측면에서 보았을 때 자연 현상을 설명하기 위한 모델 및 모델링으로서 역할을 했었다. 지질학이 갖고 있는 불확실성과 재현의 어려움을 내포하고 있는 것 보다는 주어진 자연 현상을 오랜 시간과 큰 규모를 이해하기 위한 과정으로서 과학적 모델 및 모델링의 적용 가능성을 보여주는 바이다. 이 연구에서는 대학부설 영재교육원에 재학 중인 8학년 6명, 9학년 4명, 총 10명을 대상으로 관악산 형성과정과 한탄강 형성과정을 수업 주제로 하였다. 학생들이 과학적 모델을 만들고 모델링 과정에 직접 참여함으로써 산과 강의 형성과정에 대해 설명함으로써 적용하였다. 학생들이 지질학적 모델을 통해 관악산 및 한탄강 형성과정을 설명하고자 한다.

### 3. 체화된 인지(Embodied Cognition)

체화된 인지는 최근 철학, 인지과학, 심리학, 교육학 등 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있으며 다 학문간 접점이 생기는 분야이기도 하다. 체화된 인지 이론, 철학적 배경, 최근 연구 분야와 이 연구에서 체화된 인지 이론을 이론적 배경으로 삼는 이유는 다음과 같다.

체화된 인지는 인지과학에서 제2의 혁명이자 새로운 도전으로 제시되는 것 중에 하나로서(Shapiro, 2007), 체화된 인지는 인지과학, 인지심리학, 인지언어학 등으로 발달시켜 학문의 새로운 지평을 넓히고 있다(Shapiro, 2007; Shapiro, 2011). 체화된 인지가 인지과학에서 새로운 대안으로 제시되는 이유는 인지주의에서 정보처리 접근이 지니는 한계점을 극복하는데 도움을 줄 수 있기 때문이다. 고전적 인지주의는 환경과 개인이 독립된 개체로서 존재하고, 개인의 뇌 속에서 발생하는 인지적 표상 혹은 정보 처리를 중요한 것으로 간주하였다. 반면, 체화된 인지에서는 몸을 환경 속에서 구체화되며 몸의 활동을 통해 환경과 연결될 수 있을 뿐만 아니라 인간의 삶의 행위로서 마음을 설명하고자 한다(Shapiro, 2011). 몸 밖의 환경을 구성하는 타인의 마음이나 각종 인공물(컴퓨터, 휴대전화 등)에 분산되어 표상되거나 작동하는 마음, 그리고 문화적 혹은 사회적 역사적인 상황에서 행위로 구성되는 마음으로 보려는 관점으로 서술한다(Clark and Chalmers, 1998; Wilson, 2002). 환경과 인간의 상호작용이 이루어지는 것은 전적으로 몸에 의존하기 때문에 우리 몸의 감각 운동적 체험 바탕이 마음의 핵심이며, 고차원적인 심적 기능도 이러한 감각 운동적 기초의 제약과 허용의 틀 안에서 이해한다. 즉, 신경계, 몸, 환경 요인이 실시간으로 서로 상호작용하는 것을 이해함으로써 비로소 과학적 설명이 주어진다고 보는 관점이다(Barsalou, 2008; Shapiro, 2011). 그렇기 때문에 마음과 의식은 환경으로 확장되어 상황 속에서 분석될 뿐만 아니라 이해되어야 하며 자연적이고 생태적 상황에서 그 맥락이 고려되어야 한다. 마음은 환경과 역동적인 시간 경과상의

상호작용이 중심이 되기 때문에 전통적 논리적 형식적 접근보다는 역동적 접근을 통하여 과학적으로 탐구되어야 하며 현상이 어떻게 체험되는가에 대한 현상학적 접근도 설명적 요소로 반드시 포함되어 마음이 이루어 내는 의미가 설명되어야 한다(Johnson, 1987; Shapiro, 2011).

체화된 인지는 체화주의라고 하는 현상학을 토대로 하는 접근으로 탈 데카르트적 움직임을 추구한다(Clark and Chalmers, 2008). 탈 데카르트적 움직임이라고 하는 것은 정신과 물체를 독립된 존재로 간주하는 이원론적 사고에서 벗어나는 것을 뜻한다. 체화된 혹은 지각에 근거한 인지는 어떠한 것을 완벽하게 이해했다면 그것에 대해 추론하거나 관련 정보를 인출할 때 정신적 개념 시뮬레이션을 만들어 낼 수 있어야 함을 강조한다. 근본적으로 데카르트의 심신이원론을 바탕으로 하는 존재론과 인식론에 대한 반론에서 시작되었다고 볼 수 있다.

1950년대 일어난 인지적 전환에 의해 마음의 작동은 컴퓨터의 정보처리 같은 개념으로 이해됨에 따라 이전의 행동주의 심리학에서 배제되었던 마음의 작용이 과학적 연구대상으로 등장한다. 마음을 연산처리결과로서 설명할 수 있다는 인지주의로부터 심리학, 언어학, 철학, 뇌신경 과학 등에 이르는 다 학제적인 장으로서 인지과학이 발달하였다. 이후 1980년대 후반에 이르러 인지과학은 인간의 마음에 대한 연구가 정보처리 내지는 뇌신경 관찰 결과로만 해석할 수 없다는 비판에 직면하게 된다. 이와 같은 과정에서 메를로 폰티의 현상학은 몸이 지각의 주체일 뿐만 아니라 몸을 매개로 하여 자연, 사물, 문화 등이 교류한다고 설명하고 인간의 이성보다 몸을 더 중시하는 철학적 인식론을 확립하였다(Merleau-Ponty, M., 1962; Merleau-Ponty, M., 2002). 이런 현상학적 접근의 영향으로 인지언어학에서 체화된 인지가 주장되었다. 레이코프(George Lakoff)는 인간의 언어와 사고의 기반이 되는 은유작용이 신체적 도식(schema)을 활용한다고 서술함으로써 인지과정에서 언어사용이 뇌의 작용에 기인하는 것이 아니라 몸과 몸을 중심으로 환경과의 상호작용의 결과로서 설명한다(Lakoff, and Johnson, 1999). 체화된 인지라는 개념을 소개한 Mark Johnson(1987)은 마음속의 몸-의미 상상력 이성의

신체적 근거(The body in the Mind : The Bodily basis of meaning, imagination and reason)이다. 사고, 개념, 추상적 이해는 이성적 탐구가 배제해왔던 은유, 환유, 심적 영상과 같은 상상적 구조를 통해 형성되며 모든 작용과 기능은 인간의 신체적 활동에 근거한다고 주장한다.

육체가 마음을 형성하는데 중심적인 역할을 부여하려는 인지 과학에서의 움직임이 있다. 체화된 인지 이론은 이와 관련된 움직임을 위한 이론적인 출발점으로서 추상적 문제에 집중하기보다 신체는 문제를 해결하기 위한 기능을 다하기 위해서는 마음을 필요로 하는 것으로 여긴다(Clark, 1998). Clark(1998)은 체화된 인지를 다음과 같은 글로서 서술한다. Biological brains are first and foremost the control systems for biological bodies. Biological bodies move and act in rich real-world surroundings.

전통적으로 인지과학의 다양한 분야는 외부 세계와의 관련성이 이론적으로 중요성이 덜 하며 추상적인 정보처리 과정으로서 간주해왔다. 지각과 지각의 과정으로서 시스템은 그 자체로 탐구해야할 분야이지만, 중요한 인지과정으로서 거리가 멀었다. 대신에 지각은 단지 입력과 결과로서만 기능한다고 여겼다. 이러한 입장은 인지 심리학 초기에 보여준 것으로서 대부분의 인간 사고의 일부만을 다루었던 것이다.

인지심리학자인 Wilson(2002)은 체화된 인지를 6가지로 분류하여 설명하였다.

첫 번째 상황 지워진 인지(Cognition is situated)이다. 상황 지워진 인지는 인지활동이 실제 환경의 맥락에서 발생하며 본질적으로 인식과 행동을 포함한다.

두 번째 시간 압력 하에 있는 인지(Cognition is time-pressured)이다. 시간 압력 하에 있는 인지는 인식이 주변 환경과의 상호작용 압력 하에서 어떻게 작용하는지 이해되어야 한다는 것이다.

세 번째 인지적 정보처리 부담을 환경에 내려놓은 인지(Off-load cognitive work onto the environment)이다. 인지적 정보처리 부담을 환경에 내려놓은 인지란 예를 들어 주의력 한계, 작업 기억<sup>2)</sup>(working

memory)의 한계 때문에 우리는 환경을 이용하여 인지 작업의 부하를 줄일 수 있다. 우리는 환경을 통해 정보를 저장하거나 조작할 수 있다. 우리는 단지 알아야 될 정보만을 취합할 수 있다.

네 번째 환경이 인지체계의 한 부분인 인지(The environment is part of the cognitive system)이다. 환경이 인지체계의 한 부분인 인지는 마음과 세계 사이의 정보 흐름은 밀도가 높고 지속적이다. 과학자들이 인지 활동의 본질을 연구하기 위해서는 마음만이 중요한 분석 단위는 아니다.

다섯 번째 행위로서의 인지(Cognition is for action)이다. 행위로서의 인지는 마음의 기능은 행동을 안내하는 것이며 지각과 기억과 같은 메커니즘은 상황에 적합한 행동에 대한 그들의 궁극적인 기여의 관점에서 이해되어야 한다는 것이다.

여섯 번째 몸에 바탕을 둔 인지(Off-line cognition is body based)이다. 몸에 바탕을 둔 인지는 환경에서 분리되더라도 마음의 활동은 환경과의 상호작용을 위해 진화한 메커니즘, 감각 운동 처리와 운동 제어에 기초한다는 것이다.

Wilson(2002)은 체화된 인지 이론을 마음과 인지가 몸에 근거하고 있다는 입장을 위와 같이 6가지로 분류하여 전개한다. 체화된 인지 접근에서는 체화된(embodiment) 보다는 상호 작용성(interactivism)과 역동성(dynamicism)을 강조한다(Gomila and Calvo, 2008).

M. Rowlands는 인지과정이 두뇌 속에서만 일어나는 것으로 보는 견해에 대해 새로운 과학으로서 체화된 인지 이론을 주장하였다. 체화된 인지는 두뇌에만 국한되어 있었던 인지과정의 범위를 몸으로 확장하는 것뿐만 아니라 인지를 인간의 몸에서 더 나아가 인간이 살고 있는 환경 그리고 세계로까지 확장한다는 점에서 의의가 있다. 체화된 인지는 인지과정을 환경에 의해 이루어지는 환경에 의존하는 것으로 간주한다. 인지과학은 인지가 구체화 되어 있다는 가정, 인지의 모델이 인간의 뇌와 몸

---

2) 정보를 계속 반복하지 않으면 10초에서 15초 정도의 짧은 시간 동안만 우리의 기억 속에 저장되는 정보로서의 단기적 기억이다



의 특성과 사고가 일어나는 맥락에 주의를 기울여야 한다는 가정을 채택한다(Barsalou, 2008; Clark and Chalmers 1998; Shapiro, 2011).

이 연구에서는 체화된 인지 이론을 제스처를 탐색하기 위한 이론적 배경의 관점에서 다루었다. 인지과학에서 제스처에 대한 연구는 최근에 진행되고 있으며(Beer, 2000; Goodwin, 1999; Wilson, 2002) 넓은 의미에서 볼 때 제스처는 지각-운동적(sensorimotor) 시스템(system)으로부터 인지 과정이 발생한다는 것을 말한다(Chiel and beer, 1997; Lakeoff and Johnson, 1999). 신경생물학과 신경심리학적 연구에서는 축적된 증거로 인지 과정의 발생에 관해 유사한 결론을 도출한다(Gallese, 2003; Gallese 2006; Gallese and Lakeoff, 2005). 또한 최근 신경과학의 분야에서 자기 공명영상 등의 기술이 발달함에 따라 신경촬영 등의 결과를 바탕으로 뇌의 지각에 대한 활성영역을 증거로 사용하기도 한다(Hauk et al., 2004; Matin, 2007). 이러한 결과는 정신 활동과 신체 움직임 사이의 관련성이 있다는 것을 보여주는 사례로서 신체 움직임에 관한 중요성을 보여주는 연구이기도 한다. 신체 움직임, 즉 제스처에 대한 연구에서 제스처를 통해 지식 혹은 학생들의 의미 있는 표현을 드러내기도 한다(Alibali, 2005; Goldwin-Meadow et al., 2001; Goodwin, 2007; Roth 2001). 게다가 교육적인 목적을 가진 연구에서는 제스처가 서술적인 기능을 가지고 있다고 제안한다(Roth, 2001). 과학교육에서 제스처의 사용은 학생들이 과학적 개념과 관련하여 용어를 재해석하는 과정에서 나타나기도 한다(Alibali, 2005; Roth and Lawless, 2002a). 지질 교육(Geoscience education)연구에서 제스처와 관련한 연구는 지질학적 추론의 맥락에서 해석할 때 보여주는 제스처의 의미와 관련된 것이다(Alles and Riggs, 2011; Kastens et al., 2008). 제스처는 교실과 답사 환경에서 학생들에 의해 지질학적 개념에 관한 추론의 과정에서 관찰 가능하다(Liben et al., 2010).

이 연구에서는 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 학생들의 제스처를 탐색하기 위해 인지과학, 인지심리학, 인지언어학 등에서 활용되는 체화된 인지 이론을 이론적 근거로 한다.

## 4. 제스처(Gesture)

이 연구는 지구과학 교과 교육의 관점에서 학생들의 제스처에 대해 탐색하고 이에 관한 교육적 함의를 찾는 것을 목적으로 한다.

제스처에 대한 연구는 인지발달, 발달심리학, 인지심리학 등의 분야에서 시작되어 최근에는 지질학과 같이 교과 교육에서 제스처에 대한 교육적 함의를 찾고자 하는 연구도 진행되고 있다(Kastens, 2008). 이 연구는 야외지질학습이라고 하는 특정 학습 환경과 교과 내용을 기반으로 하는 제스처에 대한 연구로서 과학적 모델 및 모델링이라고 하는 교수 학습 방법을 적용하였을 때 나타나는 학생들의 제스처에 대해 질적으로 탐색하고자 한다. 현재 미국 Spatial Intelligence Learning Center(Carleton University)에서 진행 중인 프로젝트 중에서 제스처와 관련된 연구가 있다. 이 연구와 유사한 주제로 진행 중 SILC 프로젝트 중 제스처에 대한 연구의 방향과 관점을 함께 다루고자 한다.

제스처는 비언어적 활동에 하나로서 상황을 이해하는 정보를 풍부하게 제공한다(Matsumoto and Hwang, 2013). 제스처는 체화된 인지 이론을 바탕으로 하고 어떤 종류의 생각이나 사고 과정을 표현하는 움직임을 기반으로 하고 있다(Kinsbourne, 2006). 제스처는 글이나 음성 언어의 커뮤니케이션 시스템을 더욱 풍부하고 효과적으로 할 뿐만 아니라(Capirci and Volterra, 2008) 상호작용에 도움을 주며 기억을 용이하게 하는데 도움이 된다(Chartrand and Bargh, 1999).

제스처는 발화(speech)와 함께 자연스러운 손의 움직임을 동반하고 사람들은 자신이 생각하고 있는 것을 정신적인 표상의 형태로서 드러낼 수 있다(Goldin-Meadow, 2003). 제스처는 발화와 함께 동시에 나타나는 제스처와 발화와는 독립적으로 나타나는 제스처로 분류할 수 있다(Matsumoto et al., 2013). 그 중에서도 제스처와 발화가 동시에 나타날 때 제스처는 특정 주제에 대한 발화에 도움을 줄 수 있는데, 예를 들어

공간적 설명이 필요한 상황의 발화에서 제스처의 빈도가 더 많이 나타날 수 있다(Alibali et al., 2001). 또 다른 예시로서 발화자가 제스처를 동반하며 의사소통을 했을 때 그렇지 않은 경우보다 청자가 더 쉽게 화자의 의도를 파악할 수 있다(Alibali et al., 1997; Goldin-Meadow and Sanhofer, 1999; Goldin-Meadow et al., 1992). 뿐만 아니라 학생들은 제스처가 수반되지 않은 경우보다 제스처가 수반된 경우에 학습 과제(task)을 더 쉽게 배울 수 있다(Ping and Goldin-Meadow, 2008; Singer and Goldin-Meadow, 2005). 이와 비슷한 맥락에서 Nathan(2015)은 제스처를 사용하지 못하도록 했을 때 학생들이 학습에 어려움을 보이는 사례를 보여주었다. 이처럼 제스처는 단순히 움직임만을 뜻하는 것이 아니라 학생들의 학습에 있어서 의사소통의 도구가 될 수 있을 뿐만 아니라 학습에서 유의미한 도움을 줄 수 있을 지도 모른다. 이러한 측면에 주목하여 인지 과학에서는 말로 표현하는 것과 더불어 제스처가 인지적인 부담을 덜어주기 때문에 학습에 도움을 줄 수 있다고 한다(Ping and Goldin-Meadow, 2010).

지질학에서는 많은 지질학적인 현상들로서 고기후, 기후변화, 판구조론, 지질 구조, 해수면 변화 등을 해석할 때 퇴적, 침식 현상 등을 다룰 수 있다. 제스처는 상호 개인과의 과학적 담화에서 중요한 역할을 할 수 있고 공간적인 아이디어를 도출하고 시각화하는 것을 도울 수 있다(Roth, 2000). 지질학자들은 제스처를 사용하여 노두의 위치와 방향을 정확히 파악할 수 있고 퇴적 과정, 지각의 융기뿐만 아니라 다양한 지각의 현상을 모방적으로 나타낼 수 있다(Liben et al., 2010). 인지 과학 분야에서 일부 지질학적 추론, 공간적 사고와 제스처와의 관련성을 탐구하는 연구가 있다. Herrera and Riggs(2013)는 학생들의 퇴적 현상에 대한 개념 분석 과정에서 제스처와 발화와의 관련성을 탐색하였고, Liben et al., (2010)은 지층의 층서의 3차원 방향성과 제스처와의 관련성을 알아보고자 하였다. 공간적 사고와 제스처와의 관계에 대한 몇몇 연구에서 과학자들의 사례를 중심으로 과학자들이 과학적 개념을 설명하거나 그들이 추론하는 과정에서 제스처를 사용하는 것을 보여주었다(Goodwin, 2007;

Kastens et al., 2008; Matlen et al., 2012; Resnick et al., 2011). 이러한 현상은 놀라운 결과 혹은 새로운 결과라기보다 제스처가 공간적 추론에 유용하다는 것을 직접적인 사례로서 제시할 수 있다. 또한, 공간적 추론이 과학적 개념에 대해 상호 의견을 교환하거나 학습함에 있어서 매우 중요하다는 것을 보여주는 것이다(Alibali, 2005; Goldin-Meadow, 2000). 과학자들은 일반적으로 과학적 개념을 설명하기 위한 추론의 과정으로서 모델(Nersessian, 2009), 다이어그램(Novick, 2006), 및 스케치(Ainsworth et al., 2011)를 활용하여 공간적 사고를 표현하고자 제스처를 사용한다.

최근 제스처에 대해 인지심리학, 인지과학 영역뿐만 아니라 학습에 있어서 효과를 제시하고 있긴 하지만 구체적으로 학습 환경과 교과 교육에서의 제스처가 어떻게 사용되고 역할을 무엇인지에 대한 탐색은 부족하다. 이와 관련하여 미국의 Spatial Intelligence Learning Center(SILC), (Temple University, The University of Chicago, University of Pennsylvania, Northwestern University 공동연구)에서 진행 중인 SILC 프로젝트에서는 제스처 연구의 목적을 다음과 같이 세 가지로 제시한다.

1. 제스처가 근본적으로 공간적 과정과 어떻게 상호작용을 하는지 이해할 수 있다
2. 제스처가 공간 학습에서 어떻게 상호작용 하는지 이해할 수 있다.
3. 제스처가 교육을 증진시키기 위해 어떻게 사용될 수 있는지 이해할 수 있다.

제스처에 대한 탐색을 연구의 목적으로 삼은 이유는 제스처가 교육적 실행의 공간에서 유의미한 결과가 있을 것으로 기대하기 때문이다. 예를 들어 선생님들이 제스처를 사용하지 않고 화학, 지질학, 물리학 등을 이야기하기가 어렵다고 느끼기 때문에 STEM 분야를 가르치기 위해서는 제스처에 대한 이해가 필수불가분의 것이라고 주장한다. 제스처에 대한 연구는 다음과 같은 두 가지 근본적인 질문에서 시작되었다.

1. 제스처가 증거라는 측면보다 공간적 기능을 대변하기 위한 것으로 사용할 수 있는가?
2. 제스처는 공간적 학습을 촉진하기 위해 조작 가능한 것인가?

위의 두 가지 질문은 최종적으로 ‘제스처’ 라고 하는 것이 학습을 위한 도구적인 측면에서 학습에 유의미하게 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 것에 대한 근원적인 물음에서 시작된 것일지도 모른다. 비언어적 의사소통 방법 중에 하나로서 제시되는 것이 제스처이고, 발화 혹은 담화라고 불리는 것이 과학적인 의미를 만드는 과정에 대한 접근으로서 그 연구가 이루어지는 반면 비언어적인 측면으로서 접근은 그 빈도가 절대적으로 부족한 것일지도 모른다. 사람들은 주어진 상황 속에서 그들이 사용하는 언어라는 것을 매개로 하여 의사소통한다. 이 때 언어라고 하는 것은 단순히 말하는 것만을 지칭하는 것은 아니다. 언어라고 하는 것은 통상적으로 상호간의 의사소통을 위해 사용하는 매개체로서 바라보고 그렇기 때문에 상호간의 의사소통을 위해 언어를 사용한다. 학습에 있어서 언어를 사용하는 것은 상호간의 의사소통을 통해 과학적인 의미가 형성할 뿐만 아니라 과학적 개념을 학습하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 그렇기 때문에 학생들의 상호작용을 질적으로 탐색하는 것은 학생들이 사용하는 언어뿐만 아니라 학습의 맥락적인 상황, 배경, 제스처 등을 포함한 비언어적인 접근도 함께 필요로 할 것이다. 그렇기 때문에 교과 학습에서 제스처에 대한 연구는 상호간의 상호작용 내에서 과학적인 의미를 찾고 학생들의 학습에 대한 통찰과 학습을 이해하기 위한 지평을 넓히는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 이에 대한 질적인 향상을 도모할 수 있을 지도 모른다. 이 연구는 이와 같은 맥락에서 SILC 연구 프로젝트를 바라볼 필요가 있다. 명시적으로 SILC 팀에서 제시한 프로젝트의 목표는 다음과 같다. SILC 프로젝트의 목표는 공간적 학습을 개발하고 지식을 활용하여 교육적 실행으로의 전환할 수 있을 뿐만 아니라 어른과 어린이들이 더욱 고차원화 되어가는 기술 사회와 세계 경제 속에서 과학, 기술, 공학, 수학적 과정(STEM) 참여에 필요한 기술을 습득할 수 있도록 지

원하는 것이다. 위와 같은 목표를 달성하기 위해서 SILC 연구팀은 계획적(initiative) 도구로서 유추(Analogical reasoning), 언어(Language), 제스처(Gestures), 스케치(Sketching), 지도와 다이어그램(Maps and Diagrams)을 제시하고 있다. 이 연구는 그 중에서도 제스처에 중점을 두고 있다. 그 중에서도 제스처에 관한 연구 목표 중 세 번째 목표인 제스처가 교육적 목표를 증진시키기 위해 어떻게 사용될 수 있는지를 이해한다는 측면에서 제스처를 질적으로 탐색하고자 한다. 예를 들어 야외지질 학습이라고 하는 특정 수업 환경과 과학적 모델 및 모델링을 적용하였다는 점에서 교수 학습의 측면으로의 접근을 동시에 하고 있기 때문에 이와 같은 맥락상에서 학생들의 제스처를 탐색한다는 것은 단순히 지질학 교과교육 내에서 공간적 사고와 제스처를 연구하는 SILC 연구팀에 과학적 모델 및 모델링이라고 하는 과학교육계에서 주목받고 있는 교수 학습을 적용한 사례라는 점에서 함의가 있을 것으로 예상된다.

SILC 연구팀에서는 Beilock and Goldin-Meadow(2010), Goldin-Meadow and Beilock(2010), Ping and Goldin-Meadow(2010) 등과 같이 인지과학, 인지 심리학의 저널에서 제스처에 대한 탐색하는 연구를 시작하였다. Goksun et al., (2013)는 성인들을 대상으로 정신 순환(mental rotation)이라는 과제 내에서 제스처와 공간적 기능에 대한 탐색을 하였다. 또한 Novack and Goldin-Meadow(2017)은 제스처를 외부적 표상의 형태로 드러나는 활동으로서 제스처의 움직임과 역할에 관해 문헌 분석을 실시하였다. 이처럼 제스처에 관한 연구는 인지 과학, 인지 심리학 등과 같은 저널에서 제스처를 탐색하는 수준으로서 제스처를 설명하였고 Atit et al., (2015) 학생들의 제스처가 통찰적 사고(Penetrative thinking)에 도움을 줄 수 있다는 결과를 제시하였다. 그리고 가장 최근에 나온 Cheek et al., (2017)은 지질학에서 공간과 시간의 규모에 관한 학습을 심리적 접근과 교실 환경에서의 함의를 도출하기 위한 접근을 시도하였다. 이와 같은 제스처에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔지만 교과 교육 학습 측면에서의 제스처에 관한 연구는 일부 제한적으로 진행되어 오고 있다(Brooks et al., 2018; Ormand et al., 2014; Ormand et al.,

2017). Ormand et al., (2014)는 대학교 학생들의 공간적 기술(skill)을 지질학을 학습 내용으로 테스트하여 학생들의 공간적 기술 능력의 향상을 결과를 보였다. Ormand(2017)는 지질학자와 인지 심리학자가 함께 팀을 구려 광물학, 구조 지질학, 퇴적학, 지형학 등의 커리큘럼을 개발하여 학생들의 공간적 사고능력을 지질학적 문제 풀이를 통해 탐색하였다. Brooks et al., (2018)은 226명의 평균 연령 10.8세 학생들을 대상으로 산수과정을 사례로 교과 교육에서의 제스처의 역할에 대해 탐색하였다.

이 연구는 SILC 연구 팀에서 말하는 공간 추론, 공간 인지 개념으로서의 접근을 하고 있지는 않다. 다만, 제스처라고 하는 비언어적인 접근을 지질학, 야외지질학습이라고 하는 같은 맥락 내에서 과학교육학에서의 과학적 모델 및 모델링이라고 하는 교수학습 방법을 적용한 사례로서 학생들의 제스처에 대해 질적으로 탐색하는 것이다. 그렇기 때문에 이 연구는 인지 과학적으로 접근하는 것이 아닌 과학 교과교육 학습의 측면에서 비언어적인 방법으로서 제스처가 학생들의 학습에 있어서 유의미한 역할을 할 수 있는지 탐색하고자 한다.

## 5. 다면성(Multimodality) 및 다면적 상호작용(Multimodal Interaction)

다면적 상호작용(Multimodal Interaction)이라고 하는 것을 살펴보기 전에 다면성(Multimodality)과 다면적(Multimodal)이라는 용어에 대해 알아볼 필요가 있다. 사람들이 의사소통을 하는 과정에서 의미를 형성하고 전달하는 방법은 음성 언어와 문자 언어가 대표적이지만 그 이외에도 몸짓, 표정, 자세, 시선, 시각적 이미지, 비언어적 기호 등의 다양한 방법들로서 의미를 형성하고 그 의미를 전달하는데 복합적으로 작용하는 특징을 다면성(Multimodality)으로 표현하고자 한다(Allwood, 2008).

다면성은 국어교육, 엔지니어링, 커뮤니케이션 연구 분야에서 다중모드, 복합양식, 복합양상 등으로 번역되어 쓰이거나 혹은 멀티모달리티라고 쓰이기도 한다. 이 연구에서는 다면성을 학생들의 상호작용이라고 하는 맥락 내에서 의사소통의 다양한 방법 중에 하나로서 의사소통에서 다면적 정보를 전달하는 의사소통의 매개체 간주하였다. 이 연구에서는 과학교육 이외의 다른 분야에서 다중모드, 복합양식, 복합양상 등으로 번역되는 것과 다르게 다면성이라고 번역하였는데 그 이유는 다음과 같다. 다면성에서 표상되는 형태 중에 하나로서 양식(mode)으로 번역되는 것과 다중모드양식, 복합양식양식 등과 같이 번역에서 생기는 언어 중복과 다중모드 텍스트, 다중모드 기호학, 다중모드 담화 분석 등과 같이 다면성에 대한 연구에 대해 언급할 때 용어가 지나치게 길어지는 것을 고려하여 Multimodality를 다면성으로 번역하였다.

다면성이라는 개념은 기호학, 커뮤니케이션, 담화 분석, 미디어 연구, 행동 연구, 사회 언어학 등과 같이 다양한 분야에서 연구되어 왔으며 다면성의 범위는 학문 영역, 연구 목적, 연구 자료에 따라 다르다. 다면성이라는 개념을 다루는 선행 연구들을 분류하면 다음과 같다.

첫 번째 텍스트 분석에서의 다면성이 있다. 다면성 텍스트 분석은 음성 언어, 문자언어 외의 기호 양식들이 사용되어 의미를 형성할 때 행동,



이미지, 움직임, 몸짓, 공간 등이 함께 포함되어서 의미를 만드는 과정이다(Baldry and Thibault, 2006). Bezemer and Kress(2008)는 글쓰기가 학습을 위한 도구에서 대표적인 표상이 아닐 수도 있다는 것을 언급하며 사회 기호학의 관점으로 디지털 미디어와 다양한 표상으로서 이미지를 활용하는 것으로 텍스트 분석에서의 다면성을 보였다. Ajayi, L. (2009)은 고등학생들이 영어를 학습함에 있어서 사회적, 문화적 경험을 반영한 특정한 맥락에서 광고 문자의 의미를 찾는 것을 보여주었다. Serafini, F. (2011)는 교사들에게 학생들이 다면적 텍스트를 해석하는 새로운 렌즈를 제공할 뿐만 아니라 인터넷, 교과서, 학습용 DVD, 비디오 게임, 플레잉 게임 등과 같은 다양한 전략을 교과 수업에 적용하는 전략을 제공하였다. Callow, J. (2018)는 학생들이 텍스트 분석의 다면성을 어떻게 해석하는지 평가하는 과정으로 그림책을 통해서 학습 평가의 과정을 탐색하였다. 이처럼 다면적 텍스트에 관한 연구는 학습 상황 내에서 다양한 수업 자료가 될 수 있는 것과 많은 주제를 바탕으로 광고, 영화, 비디오, 이미지 등에서 텍스트 분석을 소개하는 사례들이 있다.

두 번째 담화(discourse) 연구에서의 다면성이다. 담화(Discourse)라는 것은 푸코(Foucault)의 철학적 접근 방법을 기반으로 하여 사용되거나 보다 많은 사회적 지식을 확립하기 위한 수단이자 사회적 상화작용의 특성을 나타낸다(Gee, 1999; Kress, 1984). 담화는 일반적으로 사회적인 의미 형성을 훨씬 더 강조하거나(Habermas, 1984) 비교적 형식적인 접근 방법으로서 교실 상황에서 언어 상호작용의 구성하였다(Sinclair and Coulthard, 1975). 담화 연구에서의 다면성이라고 하는 것은 다양한 기호양식이 담화를 형성하는 다면적 담론에 중심을 두는 연구이다. Kress and Leeuwen(2001)은 단일양상(monodality)의 시대는 그림 없이 문자언어, 텍스트와 같은 하나의 매체만을 사용했다면 다면성의 시대에서는 텍스트 이외에 시각적인 이미지, 음악 등과 같이 다양성이 더해져서 극장 혹은 음악연주 등 각각의 상황과 맥락 속에서 담화를 이해해야 한다고 하였다. 그리고 커뮤니케이션에 대한 기술의 발전은 다양한 기호와 그 속에서의 원리를 파악하여 다면성 이론의 적용에 도움을 주어야 한다고

하였다. Kress(2011)은 다면성 담화 연구가 공동체 내에서의 의미(meaning)와 기호학적 체계 내에서의 관계에 대한 통찰력을 제공할 수 있음을 제안하였다. 또한 다면성 담화는 언어가 연설 혹은 연설문과 같은 문어체 형식이든지 간에 표현과 의미를 만드는데 이용 가능한 많은 수단들 중에 하나로 가정한다. 그렇기 때문에 다면성 담화 자체는 전체로 바라볼 것이 아니라 부분적인 의미 형성을 위한 도구로서 바라본다. 다면성이라는 것은 언어의 의미를 만드는 많은 자원들 중 하나이고 문화 속에서 각각의 자원들은 서로 다름에도 불구하고 의미를 만드는 데 있어서 일관성을 가지고 의미를 통합할 수 있다. 담화 연구에서 다면성은 언어의 양식(mode), 매체에서 벗어나서 독립적인 형태로 존재하는 것이 아니라 언어를 매개로 하여 나타나는 구체적인 의사소통 과정 속에서 그 의미가 형성되고 이해하는 과정이다.

세 번째 기호학 연구에서의 다면성이 있다. 기호학에서의 핵심 단위는 형태와 의미를 합친 기호(sign)이다(Kress, 2010). 기호는 모든 형태의 양식으로 존재할 수 있기 때문에 기호의 복잡성과 그 의미를 파악하고 기호가 의미 형성에 기여하는 바가 탐색한다. O'Halloran, K. L. (2009)는 20세기의 기호학에서 다면성이 성장할 수 있었던 요인 세 가지를 제시하였다. 첫 번째는 예술 문화 부분에서의 성장이다. 디자인, 공연 등의 경계가 없어지면서 다양한 자료와 매체의 사용이 급증하였다. 두 번째 전통의상, 시, 고전음악, 극장 등 기호 양식을 적용할 수 있는 있는 기회의 장이 증가하였다. 온라인 이미지, 음악, 영상, 애니메이션 등과 다중 매체를 다룰 수 있는 기술이 발달하였다. 이 연구에서는 다면적 기호학에서 다루는 다양한 방법으로 음성 언어, 텍스트, 몸짓, 의상, 근접성, 움직임, 시선, 카메라 등과 같은 다양한 기호학적 자원들과 커뮤니케이션과의 관련성을 탐색하였다. Jaipal, K. (2010)은 생물학 가르치는 수업 내에서 다면적 기호학 분석 프레임워크를 개발하여 과학 수업 내에서 기호학뿐만 아니라 인식론적으로도 의미 있는 의사소통을 분석하였다. Bateman, J(2017)은 다면적 기호학적 분석 방법을 미디어, 양상(modes), 장르(genres)에서 적용하였다. Mohamed Haneef. M(2018)은 CNN 뉴스 사례

를 바탕으로 다면적 사회학적 기호 방법으로 접근한 연구도 있었다. 기호학 연구에서의 다면성에 관한 연구에서도 다면성이라고 하는 것은 주어진 맥락 내에서 단일적 접근이 아닌 기호를 포함하여 의미 형성에 유의미한 영향을 줄 수 있는 다방면으로의 자원을 활용한 접근을 바탕으로 의사소통을 분석하였다.

네 번째 다면적 상호작용에 관한 연구이다. 다면적 상호작용이라는 것은 모든 상호작용은 다면성을 지닌다는 것을 뜻한다(Norris, 2004). 예를 들어 친구 두 사람이 함께 대화를 하는 과정을 가정해보면, 이 두 사람의 상호작용은 청자가 화자의 운율, 음의 높이, 이야기 내용, 음성 언어 등을 통해 이루어진다. 그리고 친구가 서있거나 앉아있거나 친구가 고개를 흔들거나 몸을 앞으로 혹은 뒤로 하거나 친구의 표정, 옷, 이야기를 나누고 있는 장소 등을 청자는 자각할 수 있다. 공공장소나 카페 등과 같이 특정 장소에서 음악이 흘러나오는 곳에서 청자는 음악에 집중하지 않을 수도 있다. 화자는 천천히 말하거나 혹은 빨리 말할 수도 있을 것이고 청자의 반응에 따라 화자의 표정이 바뀌거나 몸의 앞으로 다가오거나 뒤로 물러서는 등의 또 다른 반응을 일으킬 수도 있다. 사람들은 타인과 의사소통을 할 때 직관적으로 의사소통의 절차나 방식을 다양한 방면으로 사용한다. 사람들은 타인과 상호작용을 하는 동안 그들을 둘러싸고 있는 많은 것을 지각하고 있다. 대화를 하고 있는 상황을 생각해 볼 때 어디서든지 사람들은 타인과 현재 근접하고 있는 것들에 대해 알 수 있다. 일반적으로 우리는 언어를 도구로 활용하여 상호간의 의사소통을 할 수 있다고 간주한다. 언어는 가장 유익한 내용을 가지고 있는 것처럼 보이고 다른 방법 없이도 쉽게 사용할 수 있다. 폰으로 통화를 하거나, 메일을 작성하거나, 채팅을 하는 등과 같이 글을 쓰거나 말로 하는 등의 방법으로도 의사소통을 할 수 있다. 하지만, TV 매체나 인터넷 등과 같이 이미지를 통한 의사소통을 하는 경우도 있다. 이따금씩 이미지를 보는 것은 글로 서술되어 있는 것보다 더 많은 정보를 전달하거나 의사소통을 하는 데 도움을 줄 수 있을 지도 모른다. 이미지화된 정보는 서술되어 있는 글보다 더 현실적으로 느껴질지도 모른다. 움직이는 이미지, 동

영상, 스틸컷(still cut) 사진 등이 청자들에게 의미를 전달할 수 있는 것처럼 제스처, 자세 등과 같은 비언어적인 방법은 사람들과 대면하는 상호작용처럼 의사소통을 할 수 있다(Norris, 2012).

Kress et al., (2001)은 의사소통을 위한 다양한 방법들 중 하나로서 언어는 상호작용에서 어떤 주어진 순간에 중심적인 역할을 할 수 있을지도 모른다. 이와 같은 관점에서 제스처(gesture), 응시(gaze), 머리 움직임(head movement)은 음성적인 언어 교환에 종속될 수도 있다. 그러나 제스처, 응시, 머리 움직임이 주어진 상호작용 속에서 더 좋은 방법이 될 수 있는 반면 음성적인 언어는 후 순위거나 없을지도 모른다. 대안적으로 때때로 많은 의사소통 수단들은 다른 방법들 보다 더 중요하지 않은 채 주어진 상호작용에서 중요한 역할을 할 수 있다(Kress et al., 2001). 다면적 상호작용에서는 모든 상호작용이 다면적이라고 강조하면서 음성 언어, 제스처, 응시, 머리 움직임, 표정, 의상, 주위 환경, 배경음악, 근접성(proxemics) 등의 다양한 기호 양식이 의사소통을 위한 상호작용에서 유의미한 기호 양식이 될 수 있다(Kress and Van, 2001). Norris(2004)는 상호작용을 위한 담화 분석에서도 방법론의 중요성이 강조되긴 하지만 비언어적 요소에 대한 전사는 상대적으로 소홀하였다는 경향이 있기 때문에 비언어적 요소의 전사에 더 주목하여야 한다고 설명함과 동시에 언어가 상호작용에서 가장 중심적인 기호 양식인 것이 아니라 여러 가지 기호 양식 중에 하나로서 강조하였다. 그는 다면적 상호작용 분석을 위한 방법론으로 음성 언어, 자세, 제스처, 머리 움직임, 시선 등을 시각적으로 전사하는 다면적 전사방법을 제시하였다. 다면적 전사방법이란 음성 언어, 자세, 제스처, 머리 움직임, 시선, 배경음악, 근접성 각각에 대해 질적으로 분석하는 것이다. 이미지는 음성 언어와 비언어적 행동만큼 의사소통에 있어서 많은 역할을 할 수 있다(Knapp et al., 2013). 학생들의 눈을 응시하는 방향, 이미지의 특정 부분을 가리키는 행위, 학생들의 얼굴 표정, 학생들의 자세 이동 방향, 교사와 의사소통을 위한 모든 것, 교사와 학생들이 의사소통을 위한 교사의 제스처, 얼굴표정, 몸의 방향 등과 같이 의사소통을 위한 모든 것이 전사될 수 있다. 다면적 전사는 연

구 참여자의 단순 활동을 시각화할 수 있기 때문에 학생들의 지속적인 다방면의 상호작용을 시각적 기록을 가지고 분석을 위한 기초적인 자료를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 연구 결과를 다른 사람에게 제시할 때 효과적일 수 있다(Norris, 2011).

이 연구에서는 다면성에 관한 다양한 연구 중에서도 Norris(2004, 2012)의 다면적 상호작용을 분석하기 위한 방법론적 분석을 활용하고자 한다. Norris(2004, 2012)는 다면적 상호작용에서 다면적이라고 하는 것을 근접성(proxemics), 자세(posture), 머리 움직임(head movement), 몸짓(gesture), 응시(gaze), 음성 언어(spoken language), 레이아웃(layout), 프린트(print), 음악(music) 등을 제시하였을 뿐만 아니라 표상적인 형태(system)를 보일 수 있는 모든 것을 다면적이라고 하는 범위에 포함시켰다. 그는 다면적 상호작용을 분석하기 위한 기본 단위로 매개하는 활동(mediated action)을 제안하였다. 분석의 기본 단위로서 활동이라고 하는 것은 매우 복잡할 지도 모른다. 분석의 기본 단위로서 활동은 작은 활동(lower-level action), 큰 활동(higher-level action), 정지된 활동(frozen-action)으로 분류할 수 있다. 예를 들어 아침 인사(good morning)와 같은 짧은 인사를 하며 보이는 활동 자체만으로 작은 활동의 범위로 한정 지을 수 있으며, 이때 아침 인사만 음성 언어로 있었다면 담화 분석에 한정되긴 하지만 이것만으로 작은 활동으로 분류하여 분석의 기본 단위로 간주할 수 있다. 또 다른 예시로서 세 명이 회의를 하는 상황을 가정해보자. 세 명에서 회의를 하는 상황은 가장 큰 활동으로 볼 수 있고 회의 참석자 개인이 보여주는 움직임과 행동, 응시 등과 같은 작은 활동이 모여서 큰 활동을 만들게 되는 것이다. 그리고 정지된 활동은 회의 장소에 있는 커피, 잔, 테이블 등과 같이 물체나 환경에 수반된 것을 지칭한다. 회의에 참석한 한 명이 보여주는 행동, 개인의 움직임과 음성 언어 등이 작은 활동이 되어 또 다른 큰 활동이 되는 것으로서 마치 작은 체인이 연결되어 또 다른 움직임을 야기하는 것과 같은 이치이다. 그렇기 때문에 다면적 상호작용의 분석에서 작은 활동은 개인의 상호작용에 의해 만들어지는 것으로부터 시작하여 작은 활동이 모여서

의미가 형성되는 또 다른 활동으로서 상호작용이 일어나게 된다. 이때 작은 활동과 큰 활동에 대해 각각 다른 양상으로 다면적 전사를 할 수 있다. 작은 활동 혹은 큰 활동에 대해 나타나는 양식을 각각 전사하여 이를 연구자가 종합하여 상호작용을 분석하는 것이다. 다면적 상호작용을 분석하기 위한 기본 단위는 활동임과 동시에 매개체가 될 수 있다.

다면적 상호작용은 다면적 전사(Multimodal transcription)를 기반으로 이루어진다. 다면적 전사 방법은 그 방법이 다양하고 복잡하여 어느 하나의 것으로 정의하기보다 다양하고 복잡성을 띄는 다면적 상호작용을 분리 하여 각각의 전사 자료를 시각적으로 볼 수 있게 제시하여 연구자가 상호작용의 측면에서 전체론적인 분석(holistic analysis)을 하는 데 기초 자료를 만드는 것이다(Norris, 2004). 예를 들어 다면적 전사는 음성 언어, 연구 참여자들 간의 물리적인 거리를 뜻하는 근접성, 자세, 몸짓, 머리 움직임, 시선, 음악, 프린트, 레이아웃 등에 대하여 각각을 시각적인 형태의 자료로 제시하고 이를 묶음(assembly)으로서 나타내는 것이다. 각각의 양식 내에서 매개되는 활동을 바탕으로 양식의 경중(Modal density)이 결정된다. 양식의 경중이란 양식의 강도(intensity)와 복잡성(Complexity)을 통해 나타낼 수 있다. 양식의 강도라고 하는 것은 구체적인 상황, 환경적인 요소와 사회적인 요소에 의해 결정지어지는 구체적인 상호작용 양식의 중요성 혹은 그 무게를 의미하고, 양식의 복잡성은 다면적 양식이 복잡하게 얹힐수록 양식의 강도가 더 높아지고 다양한 의사소통의 양식이 상호작용(interplay)하는 것을 뜻한다. 양식의 복잡성은 다면적 상호작용 내에서 큰 활동이 만들어지기 까지 양식의 복잡성과 양식의 경중(Modal density)은 구체적인 상호작용의 양식을 변화시킬 지도 모른다.

다면적 상호작용을 분석하기 위한 접근 방법은 세 가지가 있다. 사회기호학적 다면적 분석(Social semiotic multimodal analysis), 다면적 담화 분석(Multimodal discourse analysis), 다면적 상호작용 분석(Multimodal interactional analysis, MIA)이다. 그 중에서도 이 연구에서는 전체론적인 관점을 지니며 의미론적(semantics) 접근과 화용론적

(pragmatic) 접근으로서 의미가 형성되어질 수 있는 다면적 상호작용 분석을 활용한다(Norris, 2004, 2011). 의미론적인 접근은 우리가 통상적으로 의사 전달을 위한 일반적인 의미로서 해석되는 반면, 화용론적 접근은 우리가 구체적인 상황 속에서 특정한 의미를 파악할 수 있게 한다. 의미론적인 접근은 또한 다수의 순차적이며 동시에 구조화된 의사소통 과정에서 대화와 관련성이 있고, 화용론적 접근은 실시간으로 상호작용이 일어나는 상황에서 참가자들의 작은 활동을 어떻게 사용하는지 파악할 수 있다. 지시하는 것과 같은 낮은 활동의 구조는 참여자들이 동시다발적으로 참여하는 큰 활동 구조와 관계가 있다. 작은 활동이 체인처럼 엮여서 하나의 큰 활동을 이루는 것처럼 의미론적인 접근과 화용론적인 접근이 함께 엮여서 전체론적인 방법으로 상호작용을 이해할 수 있을지도 모른다. 즉, 다면적 상호작용을 분석하기 세 가지 단계를 따른다(Norris, 2013). 첫 번째 작은 활동을 탐색이다. 작은 활동은 의사소통을 위한 가장 작은 단위로서 발음, 제스처 단위, 자세 변경 등과 같이 화용론적 의미로의 접근이다. 두 번째 큰 활동 탐색이다. 큰 활동은 작은 활동이 모여서 하나의 큰 활동을 만드는 것으로 예를 들어 하나의 큰 활동은 대화, 몸짓, 자세 변화 등으로 구성되는 것이다. 세 번째 정지된 활동이다. 정지된 활동은 작은 활동과 큰 활동을 만드는 사람 요소 이외의 환경적인 부분에 수반될 수 있는 그 자체를 의미한다. 다면적 상호작용의 분석은 기본 단위에서부터 시작한다.

이 연구에서는 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들의 상호작용을 제스처, 음성 언어, 학습 환경, 근접성 등과 같이 특정 양식에 한정하여 살펴보고자 한다. 그 이유는 다음과 같다. 첫 번째 Norris(2004)가 다면적 상호작용의 양상으로 제시하였던 근접성(proxemics), 자세(posture), 머리 움직임(head movement), 몸짓(gesture), 응시(gaze), 음성 언어(spoken language), 레이아웃(layout), 프린트(print), 음악(music) 등의 요소에서 야외지질학습과 교실 환경에서 과학적 모델 및 모델링에 학생들이 참여할 때 이와 관련된 요소를 분류하여 학습 환경을 고려하였다. 두 번째 다면적 상호작용의 양식(mode)은 그 종류가 많고 다양하게 있

을 수 있으나 이 연구에서는 다면적 상호작용의 양식에 국한된 것이 아니라 다면적 상호작용을 분석하기 위한 이론적 배경으로 접근하여 학생들의 제스처를 질적으로 탐색하고자 한다. 즉, 학생들의 제스처를 질적으로 탐색하기 위한 연구 방법론적 접근으로서 다면적 상호작용을 착안하여 사용하였다. 그렇기 때문에 학생들의 제스처를 해석하는데 도움을 주기 위한 것으로 Norris(2004)의 다면적 상호작용을 탐색하였고, 이 연구에서는 다면적 상호작용의 많은 양식에 집중하기보다 제스처를 질적으로 탐색하기 위한 접근으로서 학생들의 상호작용을 연구자의 관점에서 질적으로 해석하기 위해 학생들의 제스처를 학생들의 처한 상황을 고려하여 특정 맥락 속에서 학생들의 상호작용에 대한 이해를 추구하였다. 그렇기 때문에 학생들이 어떤 상황과 맥락 속에서 제스처를 보이는지 이해하기 위한 접근으로서 다면적 상호작용 분석 방법을 사용하고, 과학적 모델 및 모델링 과정에서 전체론적인 접근 방법으로서 학생들의 모델링 과정을 질적으로 탐색한다.



### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 절차 및 연구 참여자

##### 가. 연구 절차

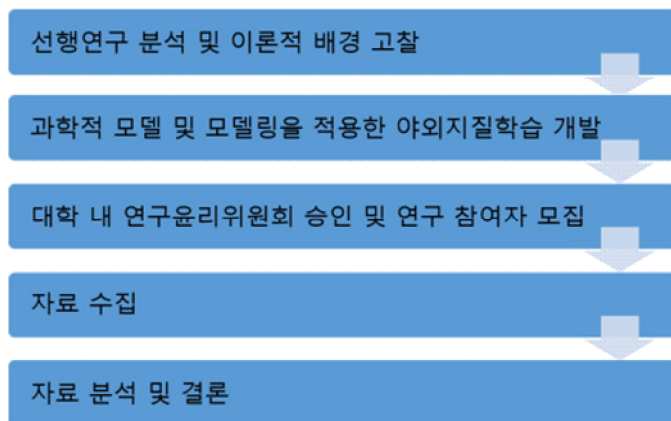


그림 1. 연구 절차

이 연구의 연구 절차는 그림 1과 같다. 첫 번째 야외지질학습에 관한 국내와 국외 선행연구, 교수학습 방법으로서 과학적 모델 및 모델링에 관한 연구, 제스처에 대한 선행연구와 이론적 배경에 관한 문헌 고찰을 실시하였다. 두 번째 Orion(1993)의 가상의 공간(Novelty space)을 고려하여 야외 답사 장소를 선정하였다. 즉, 영재교육원에서 지리적으로 가깝고, 연구 참여자들이 영재교육에 참여하기 위해 매주 관악구에 방문하기 때문에 심리적으로 친숙한 곳, 교육과정의 암석과 광물 단원을 고려하여 학생들이 야외에서 관찰 가능한 장소를 탐색하여 관악산을 첫 번째 야외 답사 장소로 선정하였다. 또한 K-12 학생뿐만 아니라 사회적으로 많은 일반 대중들이 활용 가능한 장소로 한탄강 국가지질공원을 두 번째 답사 장소로 선정하였다. 한탄강 국가지질공원은 2015년 12월 31일 국가지질

공원 인증고시(환경부고시 제 2015-63호)를 받았다. 한탄강 국가지질공원은 배개용암, 주상절리, 부정합, 단층, 화성암, 변성암, 퇴적암 등 다양한 지질학적 구조와 다양한 암석을 관찰할 수 있는 장소이다. 관악산과 한탄강 인근 야외 답사 장소를 선정하고 이를 활용하여 과학적 모델 및 모델링을 적용한 수업을 개발하였다.

과학적 모델 및 모델링 수업에 대한 개요, 야외 답사 장소에 대한 안내, 지질도, 야외 관찰 기록, 개인 모델 작성 등을 할 수 있는 활동지를 준비하였다. 대학 기관 내 연구윤리위원회(1803/003-003)에서 연구 승인을 받는 것으로 연구가 진행되기 전 모든 준비를 마쳤다. 영재교육원 학기가 시작되고 약 한 달(4월)간 연구 참여자를 모집하였다.

학생과 학부모의 동의를 받은 이후 학생들은 관악산 형성과정을 주제로 야외지질답사와 모델 및 모델링 과정에 참여하였고 다음 차시 수업에서 한탄강 형성과정을 주제로 하여 한탄강 야외지질답사와 모델 및 모델링을 실시하였다.

야외지질답사와 모델링 과정에서 수집한 자료를 바탕으로 학생들의 비언어적 측면에서 제스처에 대한 자료 분석을 실시하였다. 연구진은 학생들이 참여해준 모든 과정에 대해 녹화 및 녹음 자료, 학생들의 개인 모델 및 조별 모델 활동지, 학생들의 제스처 등을 공유하여 분석하였다. 자료를 공유한 이후 자료의 삼각측정과 동료 평가 및 외부 평가의 과정으로서 연구의 타당도와 신뢰도를 확보하고자 하였다.

## **나. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링을 적용한 수업 개발**

야외지질학습에 대한 초임교사 및 예비 지구과학 교사에 대한 인식조사 결과 야외지질학습의 중요성과 그 필요성을 남녀 초임교사 및 예비교사 모두 인식하고 있는 반면 학교 현장에서 야외지질학습을 실제로 수행

하는 경우는 극히 드물다(권홍진과 김찬중, 2007; 위수민 외 2008; 최윤성 외 2018b).

학교 현장에서 야외지질학습을 실행하는데 필요로 하는 것 중에 하나는 야외지질학습을 실행할 수 있는 야외지질답사 개발과 다양한 학습 자료이다. 교육통계서비스(Korean Educational Statics Service)에서 제공하는 2017년 학령인구 분포를 살펴보면 수도권(경기, 서울)에 가장 많은 학령인구가 분포하고 있음을 알 수 있다. 그렇기 때문에 Orion(1993)의 가상의 공간의 지리적인 요인을 생각한다면 학령인구가 많이 분포하는 인근 지역에 다수의 야외지질답사 장소를 개발하고 논문, 저서 등과 같은 형태로서 기초자료를 마련하는 것은 매우 중요할지도 모른다.

이 연구에서는 관악산과 한탄강 인근을 야외지질답사 장소로 선정하였다. 그 이유는 다음과 같다. 첫 번째 Orion(1993)의 가상의 공간(Novelty space)을 고려하였다. 야외지질답사의 어려움으로 제시되는 것 중에 하나는 접근의 용이성이다. S 대학 부설 영재교육원은 지리적으로 서울시 관악구에 위치하고 있으며 매주 토요일 학생들은 영재교육원에 방문하여 수업에 참여한다. 그런 점에 비추어보았을 때 관악산은 학생들에게 심리적으로 익숙한 장소일 뿐만 아니라 지리적으로 접근하기에 용이하다. 두 번째 2008년 제주도에서 유네스코 지정 세계지질공원 기초학술조사가 진행된 이래로 2010년 제주도는 세계지질공원으로 지정되었다. 이를 계기로 국내 지자체에서는 지질, 역사, 생태계, 지역사회 등 다 학문적인 융합의 과정으로 지오파크(Geopark)를 개발하기 시작하였다. 수도권에서는 연천, 포천 한탄강 인근이 대표적인 예시가 될 수 있다. 연천 한탄강 인근은 2012년 11월 국가지질공원 인증 추진 정책 선언을 시작으로 2015년 12월 31일 국가지질공원 인증고시(환경부고시 제 2015-63호)를 받았고, 2017년 12월 26일 국가지질공원 인증 변경 고시(환경부고시 제 2017-230호) 명칭 및 면적 변경을 승인 받았다. 이처럼 국가지질공원 인증과 지자체의 노력은 많은 국민들이 새롭게 지질을 경험할 수 있는 새로운 장이 될 뿐만 아니라 지역사회, 국가 단위의 지속적인 발전과 관련하여 민주주의 사회 속에서 성장해야하는 K-12 학생들에게도 지질학

에 대한 관심과 호기심을 촉발시키는 계기가 될 수 있을 것이다. 이 연구는 국가지질공원을 방문하여 지질학 학습을 위한 소비자의 역할을 할 수 있다. 세 번째 2015 개정 교육과정에서 제시하는 내용 체계와 성취 기준을 고려하였다. 2015 개정 교육과정 고체지구 영역은 암석과 광물, 지구계, 지구 표면과 내부, 지구의 역사, 지질 시대 등으로 구성되어있다(교육부, 2015). 이와 같은 학습 내용은 지구 구성 물질과 지구의 역사에 관한 내용을 핵심으로 한다. 그리하여 학교 현장에서는 화성암, 퇴적암, 변성암, 암석의 순환 등과 같이 내용을 더 세분화하여 제시하고 있고 이를 성취하기 위한 기준으로 조암 광물의 주요 특성을 관찰하고 암석이 다양한 광물로 구성되어 있음을 설명할 수 있어야 할 뿐만 아니라 풍화 과정을 이해해야 한다고 명시되어 있다. 이 연구에서는 관악산과 한탄강 인근을 야외 답사 장소로 선정하여 다양한 암석과 광물을 학생들이 스스로 관찰하고 관악산과 한탄강의 형성과정에 대한 모델링에 학생들이 참여하여 모델을 구성하는 것으로부터 위의 성취 기준을 충족할 수 있을 것이다.

관악산 야외지질답사 및 모델링 수업 개발은 최윤성 외(2017)과 최윤성 외(2018a)의 내용을 일부 수정하여 사용하였다. 기존의 관악산 형성 과정에 대한 야외지질답사와 모델링에 관한 선행연구에서는 학생들이 화강암, 변성암(편마암), 절리, 포획암, 단층, 광물을 관찰하는 과정으로 구성되어 있다. 학생들은 야외 답사 단계에서 두 곳의 노두에서 관찰을 진행하였는데 실제 관악산 형성과정을 설명하기 위한 것과 무관한 것도 함께 제시되어 있었다. 그런 점에 비추어 보았을 때 이 연구에서는 관악산 형성과정을 설명할 때 불필요한 단층과 관련된 내용은 제거하고 학생들이 관찰한 사실로부터 관악산 형성과정을 설명하기 위해 필요로 하는 것만을 우선적으로 관찰할 수 있도록 구성하였다. 그 이외에도 광물 표본과 계곡의 흙에서 광물을 찾아보는 활동을 추가하여 학생들이 참여할 수 있도록 구성하여 관악산 정상에까지 가지 않아도 관악산의 어떤 암석으로 구성되어 있는지 추론할 수 있도록 하였다. 교실 환경에서는 모델링 수업은 야외 답사 단계에서 학생들이 관찰한 것을 바탕으로 관악산 형성

과정을 설명할 수 있도록 암묵적으로 학생들에게 안내하였다. 학생들은 과학자가 아닐뿐더러 자신이 학습한 내용, 기존에 알고 있는 내용이 깊이가 과학자에 비해 매우 얇은 수준일 수밖에 없기 때문에 야외 답사 단계에서 관찰한 것과 정규 교육과정에서 학습한 내용을 바탕으로 자신만의 설명체계로서 모델을 만들 수 있도록 하였다. 더욱이, 관악산은 화강암으로 구성되어 있기 때문에 심성암의 생성과정에 대한 매커니즘을 학생들의 모델에서 보여주어야 했기에 화강암의 생성과 용기, 그리고 현재와 같은 모습을 보이기까지의 각각의 단계를 구분하여 모델에 반영할 수 있도록 하였다.

한탄강 야외지질답사 및 모델링 수업 개발은 연천 한탄강 국가지질공원에서 제공하는 16곳의 장소 중에서 네 곳을 선별하여 학생들과 방문할 수 있도록 준비하였다. 한탄강 국가지질공원 장소 중에 네 곳을 선정하였는데 그 이유는 다음과 같다. 교육과정에서 제시하는 화성암, 퇴적암, 변성암을 모두 관찰할 수 있는 장소로서 좌상바위를 선택하였다. 좌상바위 앞 인근 강 옆에 수많은 전석을 볼 수 있는데 이곳에 특히 다양한 암석이 있다. 아우라지는 바다 환경이 아닌 내륙 환경에서 전 세계적으로 관찰하기 힘든 베개용암이 존재하는 곳으로 한탄강에서만 볼 수 있는 지질학적인 특징을 가진 곳이다. 한탄강의 대표적인 지질학적인 특징 중에 하나는 주상절리를 가까이에서 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 주상절리대가 강을 따라 길게 뻗어 있는 것을 보기 위해 차탄천 인근 지역을 선택하였다. 마지막으로 한탄강에서 흥미로운 감상하기에 가장 좋은 곳 중에 하나일 뿐만 아니라 연천군에서 제공하는 연관 관광객이 가장 많이 방문하는 곳으로 재인폭포이다. 한탄강은 북한의 평강 북동쪽 680m 고지와 오리산의 화산폭발에서부터 기원했다(원종관 외 2010). 대학 내 연구윤리위원회(1803/003-003)에서 네 곳의 야외 답사 방문하는 것에 대해 연구 참여자들에게 무리가 될 수 있음을 지적하여 이 연구에서는 좌상바위, 아우라지, 차탄천 인근 총 3곳을 야외 답사 장소로 최종적으로 결정하였다. 좌상바위에서는 화성암, 퇴적암, 변성암, 습곡, 부정합을 학생들이 직접 관찰할 수 있도록 하였고, 교사는 암석 표본을 추가로 준비하여

학생들이 직접 전석과 암석 표본을 비교 및 대조할 수 있도록 하였다. 아우라지에서는 베개용암을 학생들이 먼저 관찰하고 스케치 할 수 있도록 하였으며 학생들의 관찰단계가 끝난 이후 연천군에서 제공하는 베개용암에 대한 판넬을 학생들과 교사가 함께 확인할 수 있도록 하였다. 마지막으로 차탄천 인근에서는 강 건너편에서 큰 규모로 주상절리를 관찰하는 것과 강을 건너가서 가까운 곳에서 주상절리를 직접 관찰하는 것도 함께 진행하였다. 이때 학생들은 주상절리와 지표의 경계가 되는 지점에 또 다른 백의리층의 존재도 확인하며 지질 시대와 관련된 내용도 함께 유추할 수 있도록 하였다. 교실 환경에서는 관악산 형성과정에 대한 모델링을 참여하였던 것처럼 한탄강 형성과정을 주제로 하여 학생들이 모델 형성과정에 참여하였다.

과학적 모델 및 모델링을 적용한 수업 개요는 유희원 외(2012)이 제시한 수정된 GEM cycle을 사용하였다. 수정된 GEM cycle이란 모델의 생성(Generation), 평가(Evaluation), 수정(Modification)으로 구성된 기존의 Clement(1989)의 GEM cycle에서 적용(Application)의 단계를 추가하여 명명한 것이다. 수정된 GEM cycle을 사용하는 이유는 다음과 같다. 학생들은 모델 및 모델링의 과정에서 자신의 모델을 생성, 평가 및 수정의 과정을 경험한다. 모델을 만들고 평가의 과정에서 오류를 발견하면 이를 수정하거나 혹은 새롭게 모델을 만들 수도 있다. 실제로 이와 같은 과정은 Nersessian(2008)이 맥스웰의 전자기 방정식을 찾았던 것을 설명하는 방법과도 같다. 이처럼 과학자들이 실제로 경험했던 과정을 학생들에게도 경험할 수 있도록 하는 것인데, 즉 학교 과학에서 과학자들이 경험했던 모델 및 모델링의 과정을 학생들이 직접 경험하면서 과정으로서의 과학을 익힐 수 있도록 기회를 제공받는 것이다. 다만, 학생들은 과학자가 아닐뿐더러 학교 과학 교육과 과학자들이 추구하는 과학의 목표는 분명 차이가 있을 것이기 때문에 지향하는 모델 및 모델링에도 차이가 있을 수 있다. 다시 말해 과학자가 과학을 바라보는 눈과 학교 과학 교육에서 바라보는 방향의 차이로 인해서 기본적인 성격이 달라질 수 있다. 그렇기 때문에 수정된 GEM cycle은 학습자를 중심으로 모델을 구성할 수

있도록 하였고 교육학적인 접근이 가능하도록 설계하였기 때문에 이 연구에서도 활용하고자 한다. 수정된 GEM cycle을 도식화 하면 그림 2와 같다. 수정된 GEM cycle은 모델의 생성, 평가, 수정 그리고 적용의 단계에 이르기까지 각각의 4단계가 특정 단계로 묶이는 것이 아니라 지속적으로 반복적인 상호작용이 일어날 뿐만 아니라 순환적인 양상을 보인다는 것이 특징이다. 그리하여 모델 및 모델링 과정에서 학생들은 자신의 모델을 끊임없이 발전시켜 나갈 수 있다.

## 다. 연구 참여자

이 연구는 서울 소재 ‘S’ 대학 부설 영재교육원에 재학 중인 과학 심화 두 학급 40명과 지구과학 사사과정 5명, 총 45명의 학생들을 대상으로 연구 참여자를 모집하였다.

2018학년도 3월 서울대학교 연구윤리위원회의 승인을 받은 이 연구는 연구 참여자 모집 안내 문건과 연구 참여자 모집을 위한 연구 소개 및 연구 동의서를 준비하였다. 최종적으로 학생과 학부모의 동의를 받은 연구 참여자는 과학 심화 6명, 지구과학 사사과정 4명, 총 10명이다. 단, 이 연구는 해당 대학 부설 영재교육원에서 진행되는 정규 수업과는 무관하다는 것을 연구 참여자 모집 단계에서 고지했으며 향후 영재교육원에서 진행되는 어떠한 평가와도 관련이 없음을 알렸다.

연구 참여자는 8학년(과학 심화)과 9학년(사사) 학생들이고 출신 중학교 지역은 관악구 5명, 강남구 2명, 서초구 1명, 성동구 1명, 양천구 1명이다.

S 대학 부설 영재교육원에서는 심화반 학생 선발을 위해 전년도에 1차 서류평가와 창의적 문제해결력 검사를 실시하였고, 2차 심층 및 인성 면접을 실시하여 학생들을 선발하였다. 영재교육원 과학 심화반에 재학 중인 학생들의 출신 중학교 지역은 서울 각 지역구에서 1명 이상씩 선별

되어 서울 다양한 지역의 학생들이 함께 공부하는 곳으로서 현재 연 100시간 교육과정을 중심으로 운영되고 있다.

사사반은 기존 심화반에 재학 중인 학생들을 대상으로 다음 년도에 추가로 영재교육을 받을 학생들은 모집하였다. 학생들의 지원 및 지원동기 여부 확인을 위한 서류평가, 심화반 담임선생님, 지도교수, 학술발표대회 성적 등 1년간 함께 했던 선생님들의 평가, 학생들의 성적, 결과물 등 다방면을 고려하여 사사과정을 함께 할 학생들을 최종적으로 선별하였다.

사사반에 재학 중인 4명의 학생은 미술가를 꿈꾸고 그림 스케치를 좋아하는 남학생 1명, 일반계 고등학교에 재학 예정 중인 남학생 1명과 여학생 1명, 그리고 과학 중점 고등학교 진학을 준비 중인 여학생 1명이다. 4명의 학생들은 상중하 3단계로 학업성취도를 나누었을 때 모두 상 단계에 속했다. 이와 유사하게 심화반 학생 모두 학업성취도는 상 단계였다. 하지만 이 연구는 기존의 학생들의 학업성취도를 평가하거나 암기하는 학습의 형태가 아닌 최종적으로 학생들은 관악산과 한탄강의 형성과정을 설명하는 모델을 만드는 것으로서 학업성취도와 과학적 모델을 만드는 것과의 직접적인 관련성에 대해서는 다루지 않는다. 다만, 이 연구가 종료된 이후 학생들이 작성해준 수업에 대한 감상문 중 두 남학생이 작성한 내용을 아래와 같이 제시하는 것으로 연구 참여자들의 야외지질학습에 대한 개인적인 특성을 갈음하고자 한다.<sup>3)</sup>

“처음엔 한탄강의 존재조차 알지 못했다.(공통)”

“자연환경 및 현상을 관찰할 때 그것의 형성과정을 살펴보는 새로운

---

3) 질적연구에서 연구 참여자의 개개인의 특성을 자세히 서술하는 것이 필연적이다. 하지만 연구윤리위원회(1803/003-003)에서는 연구 참여자의 이름, 출신 학교, 거주지 등과 같이 연구 참여자의 직접적인 개인 인적 정보에 해당하는 내용을 논문에 게재할 수 없도록 하였다. 단, 이 연구에서는 연구 참여자들의 직접적인 개인 정보가 노출되지 않는 선에서 연구 참여자의 개인의 특성을 나타내고자 한다.



시각을 가지게 되어 의미 있게 느껴졌고 교과서를 통해 배운 내용을 실제로 적용하고 공부 할 수 있는 의미 있는 경험이어서 실제로 학교에서 하면 좋을 것 같다.”

“한탄강의 특별한 지형들을 직접 관찰할 수 있어서 좋은 기회였다고 느꼈고 이를 통해 한탄강과 이 지형들의 형성과정을 예측해보는 과정에서 흥미로웠고 느꼈고 충분히 보람이 있는 체험이었다고 생각되어 다른 이에게 추천해보고 싶다.”

연구에 참여한 모든 학생들이 대학 부설 영재교육원 과학 심화, 사사반에 재학 중인 학생들이지만 야외지질학습에 대해 기존에 관심을 가진 상황은 아니었으며, 모든 프로그램이 종료된 이후에 야외지질학습에 대한 긍정적인 피드백을 받을 수 있었다.

## 2. 자료수집 및 연구자료

### 가. 자료수집

자료 수집은 두 번의 Orion(1993)의 야외지질학습 과정으로 구성되었다. 첫 번째 관악산 형성과정을 주제로 진행한 야외지질학습은 다음과 같다. 준비 단계에서 관악산 지질답사에 대한 장소 및 수업 주제에 대한 안내를 실시한다. 야외 단계에서 관악산 형성과정을 주제로 하여 계곡 하류와 계곡 상류 안내된 장소에서 학생들이 주어진 노두를 관찰한다. 계곡 상류에서는 광물 표본과 계곡의 흙에서 광물을 찾는 활동도 추가하여 학생들이 직접 광물을 분류할 수 있도록 한다. 정리 단계에서는 학생들이 교실로 돌아와서 개인 모델 만들기를 시작으로 조별 모델을 만들고

평가 및 수정의 과정을 반복하며 조별 모델을 발전시킨다. 모든 조별 모델이 만들어 진 이후 다른 조 모델에 대한 평가 및 수정의 과정을 거쳐서 최종 조별 모델을 만들고, 교사는 마지막으로 정리하는 과정에 참여함으로써 교실 단계를 마무리한다.

두 번째 한탄강 형성과정을 주제로 야외지질학습을 진행한다. 준비 단계, 야외단계 그리고 교실 단계로 구성되었다. 한탄강 형성과정을 주제로 진행한 야외지질학습에서의 자료수집 과정은 아래와 같다. 준비 단계에서 한탄강 지질답사에 대한 장소 및 수업 주제에 대한 안내를 진행한다. 한탄강은 수도권에 존재하고 있긴 하지만 서울에 거주하는 학생들에게 친숙하지 않은 곳 일 수도 있기 때문에 지리적인 위치, 답사 진행시에 소요되는 시간 등 관악산 야외지질학습을 진행할 때 보다 조금 더 자세한 안내를 실시하였다. 관찰 단계에서는 한탄강 인근 지역(좌상바위, 아우라지, 차탄천 인근)에서 화성암, 퇴적암, 변성암, 부정합, 습곡, 베개용암, 주상절리, 단층 등 다양한 암석과 구조를 관찰할 수 있도록 구성하였으며 동시에 학생 모두가 적어도 하나씩 강 근처에서 전석을 주워오도록 하여 암석 표본과 학생들이 가져온 암석과 비교 및 대조하는 과정을 경험할 수 있도록 진행하였다. 이와 같은 활동에 학생들이 직접 참여함으로써 암석을 학생들의 수준에서 분류할 수 있도록 하였고 동시에 학생들이 관찰한 암석의 생성기작도 생각할 수 있도록 유도하여 한탄강 형성과정을 설명할 수 있는 많은 자료를 준비할 수 있도록 안내하였다. 교실 단계는 야외 답사가 끝난 이후 다음 차시 수업에 교실에서 학생들이 개인 모델 만들기를 시작으로 한탄강 인근 지역의 어떻게 현재와 같은 모습을 보이게 되었는지 설명할 수 있도록 모델을 만들었다. 조별 모델 형성과정에서 다른 조의 모델을 평가 및 수정 후 조별 모델의 정교화 과정을 통해 조별 모델을 발전시켰다.

## 나. 야외 답사 자료

이 연구는 관악산 형성과정과 한탄강 형성과정을 주제로 야외지질답사를 실시하고 과학적 모델 및 모델링을 적용하여 야외지질학습을 실행하는 것이다. 야외 답사 자료로는 관악산 형성과정을 주제로 모델 및 모델링에 관한 선행연구(최윤성 외 2017; 최윤성 외 2018a)에서 사용한 자료를 관악산 형성과정과 직접적으로 관련된 것을 중심으로 수정하였다. 선행연구에서는 화강암, 편마암, 계곡 모래에서 광물 관찰하기, 포획암, 절리, 단층을 야외 답사 단계에서 관찰하였는데, 이 연구에서는 화강암, 편마암, 절리를 중심으로 관찰할 수 있도록 하였으며 추가적으로 광물 샘플과 계곡에서 광물 입자 비교 및 대조할 수 있도록 하였다. 그리고 한탄강 국가지질공원을 교육적 목적에 활용 가능한 장소를 중심으로 한탄강 형성과정을 주제로 수업을 개발하였다.

관악산 및 한탄강 야외지질답사에서 학생들이 주어진 노두를 관찰하는 과정, 광물 및 암석 표본과 야외 답사 장소에서 관찰 가능한 것과 비교 및 대조하는 과정을 거쳤다. 예를 들어 관악산 노두에서는 계곡에서 흙을 가져와서 광물 표본과 흙 속에 있는 광물을 비교 및 대조하는 과정을 학생들에게 제공하였고, 한탄강(좌상바위) 야외 답사 장소에서는 계곡 하천에 수많은 전석 중에 학생 한 명당 하나를 가져와서 화성암, 퇴적암, 변성암 암석 표본과 학생들이 가져온 전석을 비교 및 대조하는 과정을 경험할 수 있도록 구성하였다.

답사 자료로는 관악산(계곡 하류 및 계곡 상류)과 한탄강 인근(좌상바위, 아우라지, 차탄천 인근) 야외지질답사 장소에서 학생들이 관찰하는 것뿐만 아니라 활동에 참여하는 모든 과정을 각 조마다 1명의 보조교사가 전담하여 소형 캠코더로 녹화하였고 동시에 녹음기로 학생들의 담화도 녹음하였다. 3개의 조별 구성원은 각각 2명, 4명, 4명이었다. 학생들의 상호작용을 관찰하기 위해 음성 언어적인 부분뿐만 아니라 비언어적인 부분을 더 자세히 확인할 수 있도록 비디오 녹화를 하였으며 학생들의 제스처를 심층적으로 분석하기 위해 야외 답사 자료를 수집하였다.

## 다. 교실 자료

교실 자료는 관악산 야외답사 후 모델 형성과정에 관한 것과 한탄강 야외답사 후 모델 형성과정에 관한 것으로 두 가지가 있다.

야외 답사 이후에 학생들은 교실로 돌아와서 학생들이 관찰한 암석, 구조, 지질학적인 특징을 바탕으로 관악산의 형성과정에 대한 개인 모델 및 조별 모델 그리고 한탄강 형성과정에 대한 개인 모델 및 조별 모델을 생성하였다. 교실 환경에서는 야외 답사 과정에서 학생들이 관찰하고 온 것을 과학적 증거로 사용하면서 개인 모델과 조별 모델을 구성하였다.

교실 환경에서 분석하고자 하는 자료는 학생들이 과학적 모델 및 모델링을 과정에서 보여주는 움직임을 소형 캠코더로 녹화한 것과 녹음기로 학생들의 음성을 녹음한 것이다. 예를 들어 조별 모델형성 과정에서 학생들이 과학적 개념을 활용하여 활발한 논의가 이루어지는 것뿐만 아니라 과학적 모델을 만드는 순간에 학생들의 비언어적 상호작용의 측면에서 수업과 관련된 것 혹은 무관할 수도 있는 모든 상황에서의 학생들의 움직임이 있다. 교실 상황에서의 연구 자료는 같은 조원들 간의 상호작용에서 그치는 것이 아니라 다른 조 학생들의 모델을 함께 공유하기 위한 발표시간도 있었다. 연구 자료는 학생들 간의 언어적 상호작용의 측면에만 집중하기 보다는 조별 발표 혹은 교사에게 질문하는 등 학생들이 보여주는 모든 움직임과 활동에 관해 분석할 수 있도록 각 조에 적어도 한 개 이상 소형 캠코더를 설치하여 학생들의 움직임을 녹화하였고, 학생들의 담화를 동시에 녹음기로 녹음하였으며 또한 인솔 교사 시선을 기준으로 소형 캠코더 1대로 모든 과정을 녹화하였다.

## 라. 학생 결과물 자료 : 산출물

학생 결과물은 자료의 다양성 확보의 측면과 다면적 상호작용의 프린트, 레이아웃 등과 같은 양식을 고려하였다(Norris, 2004). 학생 결과물 자료는 야외 답사 환경 및 교실 환경에서 촬영한 비디오 영상과 음성 언어 자료와 더불어 비언어적 의사소통 과정에서 학생들의 보여주는 다양한 의견을 지지해주기 위한 것이다. 예를 들어 야외 환경에서 학생들이 관찰 기록, 그림 자료, 사진 자료, 스케치 등은 다면적 상호작용의 프린트 양상으로 분류가능하며 학생들이 타인과 상호작용의 과정에서 다른 연구 참여자들의 의견을 기록에 남기는 것으로부터 나의 의견과 대조하는 것 등으로 활용할 수 있다. 또 다른 예시로서 교실 환경에서 학생들의 추가로 알게 되는 과학적 지식과 내가 관찰하지 못하였던 것을 기록으로 남기는 것, 연구 참여자 스스로가 만든 개인 모델 기록과 조별 구성원이 함께 작성한 조별 모델, 그리고 다른 조별 발표 내용으로부터 수정된 조별 모델 등 연구에 참여한 학생들이 기록 형태로서 남긴 다양한 자료이다. 이와 같은 학생 결과물 자료는 최종적으로 야외지질학습에서 볼 수 있는 학생들의 비언어적 상호작용을 분석하는 데 도움을 줄 수 있는 자료이다.

## 3. 자료 분석 및 자료 분석의 맥락과 신뢰성

이 연구는 관악산 형성과정과 한탄강 형성과정을 주제로 하여 두 차례의 야외지질답사를 진행하였다. 교수학습 방법으로 과학적 모델 및 모델링을 적용하여 학생들이 야외에서 관찰한 것으로부터 개인 모델 및 조별 모델을 만드는 것으로서 야외지질학습에 참여하였다. 이 연구의 목적은 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 학생들이 보여주

는 제스처를 탐색하는 것이다. 이 연구는 사례 연구로서 그 특성상 질적 연구 방법이 적용되었기 때문에 객관화 하여 일반적으로 제시하기보다 야외지질학습 상황에서 학생들이 보여주는 제스처에 대한 해석과 교과 교육에 줄 수 있는 함의를 찾고자 하였다. 이 연구에서 자료 분석은 해석학적 질적 연구 방법으로서 다면적 상호작용을 위한 연구 방법론적 분석 방법을 따른다. 즉, 이 연구는 해석학적 질적 연구를 배경으로 하여 다면적 상호작용을 분석하기 위한 연구 방법론적 분석틀(methodological framework)을 사용하였다.

기존의 제스처와 관련된 다수의 선행 연구에서는 McNeill(1992)의 분류 체계를 기준 준거로 사용하는데, 일부 과학교육 분야에서도 Iconic, Metaphor, Beat, Deictic으로 구분하여 사용하였다(Kastens et al., 2008; Matlen et al., 2012). 반면 이 연구에서는 선행연구에서 제시되는 McNeill(1992)의 분류 체계 준거를 수정하여 새로운 분류 체계를 제시하고자 한다. 그 이유는 McNeill(1992)의 분류 체계는 과학 교육의 상황을 기반으로 개발한 것이 아닐뿐더러 이 연구는 기존에 발달 심리학, 인지 과학 등에서 분석되는 제스처 연구가 아니라 과학 교육 중에서도 지구과학 교과교육의 대표적인 예시 중에 하나로서 야외지질학습이라고 하는 특정 내용과 상황을 중심으로 진행하기 때문에 선행연구에서 제시되었던 분류 체계를 그대로 활용하기에는 한계점이 있다. 그렇기 때문에 이 연구에서는 McNeill(1992)의 분류 체계를 수정하여 활용하고자 하였다. 예를 들어 기존 McNeill(1992)의 분류 체계에서 제시된 Iconic, Metaphor, Beat, Deictic이 아니라 야외지질학습 상황에 적합한 제스처를 새롭게 명명하는 것으로 연구자의 관점에서 학생들이 사용하는 제스처를 새롭게 분류하여 제시하였다. 특히 지시적 제스처로 번역되는 Deictic gesture의 경우는 선행연구에서 제시되는 것과 야외지질학습 상황에서 진행되는 것과 물리적으로 같은 의미를 지닐 수 있다고 판단하여 그대로 사용한 반면에 Iconic, Metaphor, Beat와 같이 세 가지 제스처의 경우에는 야외지질학습 상황에 비추어 지질학적 구조, 암석, 광물, 야외지질답사의 주제 등을 설명할 때 혼용되어 사용될 여지가 있었기 때문에 다른 이름으로

제스처를 명명할 필요가 있었다.

연구자는 학생들의 제스처를 분석하기 위해서 해석학적 질적 연구 접근법(Interpretive qualitative research)을 사용하였다. 해석주의(Interpretivism)는 18세기 임마누엘 칸트(Immanuel Kant)로부터 딜라이(Dilthey), 막스 웨버(Max Weber), 에드먼드 헤셀(Edmund Husserl) 등에 의해 정립되기 시작하였다. 이들은 사회적 세계가 비현실적이거나 존재하지 않는다고 믿는 것은 아니지만 세상에 대한 직접적인 이해는 없고 세상은 해석되어야 하는 것이라고 주장하였다. 인간 이해에 관한 해석적 이론은 해석학(hermeneutics)라고 부르기도 한다(Glesne, 2016). 해석학은 보편적인 법칙을 거부하고 인간의 상호작용과 삶에 있어서 해석이 매우 중요하다고 믿는다(Schwandt, 2007). 사회과학자의 역할은 특정한 사회 현상, 자신과 다른 사람의 행동과 의도 해석에 접근하는 것이다(Glesne, 2016). 더욱이 다면적 상호작용에서 내에서 해석학적 접근(heuristic approach)은 표상적인 시스템으로서 의사소통 양식(mode)과 실시간 사회적 행동을 동적으로 밝히는 것을 강조한다(Norris, 2004). 자료 분석에서 해석학적 질적 연구의 접근은 학생들이 사용한 제스처와 음성 언어 등으로부터 의미 형성과정을 보여주는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 주어진 맥락 내에서 학생 개인이 만들어가는 의미 형성과정을 탐색할 수 있도록 한다. 해석학적 질적 연구는 자료 수집과 자료 분석 단계에서 제스처에 대해 관찰과 해석을 동시에 결합하는 방법론을 사용하는데 부합한다(Herrera and Riggs, 2013).

연구 방법론적 분석틀로서 Norris(2004)의 다면적 상호작용(multimodal interaction)은 다면적 양식 중에서도 제스처를 중심으로 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 사용하는 제스처가 갖는 과학적인 의미를 질적으로 탐색하는 것이다. 자료 분석 과정은 다음과 같다. 첫 번째 다면적 상호작용 분석틀에서 다면적 전사(multimodal transcription)를 기초로 하여 질적으로 분석하였다. 첫 번째 연구 문제는 제스처의 종류를 포함하여 제스처의 양상을 분석하기 위해 다면적 전사 자료에서 제스처를 카테고리(category) 하였다. 연구자는 수

업에 참여한 학생들이 야외 환경에서 보여주는 제스처와 교실 환경에 보여주는 제스처를 구분하여 야외 답사 자료와 교실 자료, 학생들의 산출물 연구자의 필드 노트 등을 중심으로 각각의 양식(mode)에 부합하게 다면적 전사 자료로 정리하여 제스처의 종류를 새롭게 명명하고자 하였다. 특히 이 연구에서는 특정 학습 환경과 맥락 속에서 제스처에 대한 준거를 새롭게 정립하는 과정이었기 때문에 제스처의 개념을 범주화 하는 과정을 반복하였다. 이때 제스처의 분석 단위는 McNeill(1992)의 제스처 구(phrase)의 요소로서 준비, 사전 동작, 핵심 동작, 사후 동작, 철회의 요소가 결합된 것이다. 제스처를 분석 단위를 기준으로 제스처를 스냅 샷과 같은 형태의 이미지로 추가하여 다면적 전사 자료로 정리하였다.

두 번째 연구문제는 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 제스처의 특징을 탐색하는 것이다. 제스처의 특징은 학생들의 상호작용 내에서 전체론적인 관점에서 과학적 개념적인 측면과 사회적인 기능적인 측면으로 구분하여 분석하였다. 다면적 상호작용을 분석하기 위한 기본 단위(unit)는 활동(action)이다. 활동은 큰 활동, 작은 활동, 정지된 활동으로 각각 구분할 수 있다. 작은 활동이 각각 하나의 체인처럼 엮여서 하나의 큰 활동을 만든다. 그렇기 때문에 하나의 큰 활동을 분석하기 위해서는 작은 활동이 어떻게 구성되어 있는지를 이해하는 것뿐만 아니라 작은 활동의 묶음(assembly)이 상호간의 어떻게 연결되어 있는지를 탐색하는 것이 매우 중요할 것이다. 이 연구에서는 작은 활동 중에서도 제스처 양식을 중심으로 작은 활동을 분석하였다. 장소, 시간, 주제, 스냅 샷, 음성 언어, 프린트, 레이아웃 등과 같이 다양한 양식을 다면적 전사 자료에 전사한 이후 양식을 시각화 하여 표현함과 동시에 작은 활동을 중심으로 양식의 강도와 복잡성을 포함한 양식의 밀도를 나타냈다. 그런 다음 활동이 의미론적 혹은 화용론적 수단으로 어떻게 해석될 수 있는지를 파악하였다. 이와 같은 과정은 전체론적인 접근 방법으로 제스처가 가지는 과학적인 의미와 사회적인 기능 속에서 제스처의 특징을 탐색하는 것이다.



세 번째 연구문제는 제스처와 과학적 모델 형성과정의 관련성을 알아보고자 한다. 관악산 및 한탄강 형성과정에 대한 조별 모델을 중심으로 형성과정에 대한 각각의 단계를 세분화한다. 모델 형성과정은 Clement(1989)의 모델 생성, 평가, 수정의 순환적 과정 총 세 가지로 구분하여 제스처의 양상, 특징을 중심으로 모델 형성과정과의 관련성을 질적으로 분석한다. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링의 모든 상황에서 학생들의 제스처가 나타날 수 있다. 모델 형성과정에서의 제스처와 하나의 큰 활동은 단순히 모델 형성과정에만 국한된 것이 아니라 야외지질답사에서부터 핵심적인 과학적 내용은 상호 보완적으로 나타날지도 모른다. 그렇기 때문에 야외지질답사에서부터 과학적 모델 및 모델링에 이르기까지 모든 상황에서 나타나는 학생들의 제스처가 모델 형성과정과 직·간접적으로 관련이 있을 지도 모른다. 그리하여 학생들이 야외지질답사와 모델 형성과정에서 보여주었던 모든 제스처를 큰 활동이 의미하는 핵심 키워드를 중심으로 분류하였다. 제스처는 다면적 상호작용의 양식 중 하나이기 때문에 각각의 제스처는 작은 활동 중 하나로 간주하였다. 작은 활동들은 연속된 체인 형태로 상호 연관되어 하나의 큰 활동을 만들 수 있다. 관악산 및 한탄강 형성과정에 대한 각 조별 모델을 설명하는 것을 큰 활동으로 간주하여 큰 활동이 나타나기까지 작은 활동을 세분화하여 분석한다. 즉, 관악산 및 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 학생들이 각각의 단계를 구분한 것을 하나의 큰 활동으로 간주하였다. 이와 같은 과정은 작은 활동으로서 제스처가 서로 상호 연관되어 하나의 큰 활동을 만드는지 파악하는 것이다. 학생들의 조별 모델과 조별 모델 형성과정에 대해 다면적 상호작용 분석 단위인 활동, 더욱이 큰 활동과 작은 활동을 중심으로 조별 모델이 어떻게 만들어졌는지를 작은 활동으로 분류하여 분석하는 것은 작은 활동을 나타내는 양식 중에 하나인 제스처와의 관련성을 탐색하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 그렇기 때문에 학생들이 관악산 및 한탄강 형성과정을 설명하는 각각의 과정을 하나의 큰 활동으로 제시하였고 큰 활동이 어떠한 작은 활동을 바탕으로 이루어졌는지 파악하고자 하였다. 뿐만 아니라 작은 활동의 다양한 양식

중에서도 제스처를 중심으로 작은 활동과 그 작은 활동이 어떻게 모델 형성과정에 녹아들었는지 탐색하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

과학적 모델 및 모델링 형성과정에서 학생들의 제스처는 학생들의 상호작용이라는 맥락 내에서 접근할 필요가 있다. 더욱이 제스처는 비언어적 상호작용을 위한 방법 중에 하나로서 단순히 제스처만으로 상호작용의 맥락을 이해하는 데에는 한계가 있기 때문에 Norris(2004)의 다면적 상호작용을 분석하기 위한 방법론적 분석틀을 사용하여 다면적 상호작용 내에서 제스처를 질적으로 탐색하고자 하였다. Norris(2004)의 다면적 상호작용을 분석하는 방법은 음성 언어, 몸짓, 응시, 머리 움직임, 자세, 표정, 배경 음악, 대화 장소, 프린트(print), 레이아웃(lay out) 등과 같이 표상될 수 있는 다양한 요소를 각각 서술하고, 많은 자료를 바탕으로 질적으로 상호작용을 분석하는 방법이다. 이 연구에서는 제스처를 단순히 몸짓뿐만 아니라 학생들이 과학적 모델을 형성하는 과정에서 나타내는 행위로 간주하였기 때문에 음성 언어와 제스처를 다방면 상호작용을 분석하기 위한 대표적인 도구로 설정하였다. 학생들의 과학적 모델링 과정에서 의미를 형성하는 상호작용에 집중하여 제스처를 분석하고자 하였다. 다면적 상호작용을 분석하기 위해 영상 시간, 학습 주제, 연구 참여자, 제스처와 음성 언어를 함께 전사하여 나타내고 과학적 모델 형성과정에서 학생들의 상호작용을 사회적인 기능과 과학적 내용의 측면을 고려한 전체론적 관점에서 해석학적 질적 연구 방법으로 탐색하였다.

자료 분석을 위해 연구자는 관찰의 과정으로서 녹화 및 녹음의 자료를 사용하였고, 제스처를 총 5회에 걸쳐 반복적으로 비교 분석(constant comparative method)을 실시하였다(Corbin and Strauss, 2008). 연구 자료 수집 과정에서 연구 참여자들의 모든 과정을 녹화 및 녹음 하였다. 연구 참여자의 개인 및 조별 모델 기록, 조별 모델 발표, 학생들이 참여한 모든 과정을 비디오 녹화 및 오디오 녹음, 연구자 시선으로부터 개인 카메라 녹화 등 다양한 방식의 자료 수집에 의한 삼각측정(Triangulation)으로 자료를 연계하여 분석하였다. 연구에 함께 참여한 과학교육 전문가 2인과 연구에 참여하지 않은 과학교육 전문가 3인, 총

5인에게 두 차례 연구 결과를 보여주고 분석 내용의 적합성을 판단하여 문제가 되는 부분은 수정 및 보완하였고, 연구자가 초기 분석을 종료한 이후 연구 참여자 학생들과 개인별로 한 차례씩 멤버 체킹(member checking)을 진행함으로써 연구자의 견해를 확인하고 수정하였다 (Creswell, 2013). 그 외에 국제 학술대회 발표 1회, 국내 학술대회 발표 1회 등의 발표 과정 등을 통해 신뢰도와 타당도를 확보하고자 하였다. 이 연구와 유사한 주제로 연구가 진행 중인 미국 Spatial Intelligence Learning Center(SILC) 연구진 멤버 중 1인과 한 차례 대면적인 만남을 통해 연구 방향성, 연구 문제, 연구의 보완점 등을 공유하여 동료 평가의 과정을 거쳤다.

## IV. 연구 결과

이 연구는 두 차례의 야외지질답사와 개인 모델 및 조별 모델을 만드는 것으로서 야외지질학습에 참여한 학생들에게서 볼 수 있는 제스처를 탐색하는 것이다.

첫 번째 연구 문제는 학생들이 야외지질학습에서 보여주는 제스처에 대한 양상을 분석하기 위해 제스처의 종류와 사용하는 예시에 대해 유형화한다. 첫 번째 연구 문제는 학생들이 보여주는 제스처의 종류가 무엇이고 어떤 제스처가 나타나는지 탐색하고자 다음과 같이 설정하였다.

‘과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처 양상은 어떠한가?’

두 번째 연구문제는 학생들이 야외지질학습에서 보여주는 제스처에 대한 특징을 탐색하는 것으로서 제스처의 유형별로 어떤 특징을 나타내는지 알아보기 위하여 제스처의 특징을 과학 내용적인 면과 사회 기능적인 면으로 구분하여 전체론적인 관점에서 이해하고자 하였다. 두 번째 연구문제는 다음과 같이 설정하였다.

‘과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 제스처의 특징은 무엇인가?’

두 연구문제에서는 학생들의 제스처의 유형과 특징을 살펴보았다면 마지막 연구문제에서는 학생들의 제스처와 모델 형성과정과의 연관성을 알아보하고자 한다. 세 번째 연구문제는 다음과 같이 설정하였다.

‘과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처와 모델 형성과정과는 어떠한 연관성이 있는가?’

위와 같이 세 가지 연구문제를 분석하는 것으로 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 학생들의 제스처를 탐색하고 이해할 수 있을 것이다.

이후 연구 결과의 기술에서 각각의 연구문제에 대한 대표 사례를 제시하였다. 연구 결과에 제시된 것 이외의 사례는 부록에 추가로 수록하였다.

## 1. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처 양상

제스처에 관련한 다수의 연구에서 McNeill(1992)의 Deictic, Metaphor, Iconic, Beat gesture 네 가지를 준거로 사용하는데 과학교육 분야에서도 이 분류 체계를 일부 사용한 사례가 있다. 하지만 McNeill(1992)의 분류 체계는 과학교육학을 기반으로 한 제스처가 아닐 뿐만 아니라 야외지질학습에서 Metaphor, Iconic, Beat 라는 용어가 시간 혹은 공간적인 규모에 대한 불명확성을 드러낼 수도 있기 때문에 이를 수정하여 이 연구에 적합한 제스처의 분류 체계, 즉 지질교육 사례에 적합한 제스처에 관한 분류 체계를 새롭게 탐색할 필요가 있다.

이 연구는 지구과학 교과교육의 대표 교육 분야중의 하나로서 지질학을 선택하여 야외지질학습이라고 하는 특정 교육적 환경에서 학생들이 보여준 제스처를 다면적 상호작용을 방법론적 프레임워크를 적용하여 제스처의 종류를 새롭게 범주화 하였다. 첫 번째 연구 문제에서는 제스처의 양상을 탐색하는 것으로서 제스처의 종류를 범주화할 뿐만 아니라 각각의 예시를 제시하고자 한다.

첫 번째 지시적 제스처(Deictic gesture)이다. 지시적 제스처란 화자가 특정한 것 혹은 불특정한 것을 추상적으로나 구체적인 대상을 가리키는 행위이다. 지시적 제스처는 다음과 같이 세분화 할 수 있다. 첫 번째 발화자에게서 과학적인 의미를 내포하고 있는 구체적인 사건(event)이나 혹은 구체적인 물체(object)를 가리키는 행위이다. 두 번째 과학적인 의미를 내포하지 않고 구체적인 행위만을 담고 있는 제스처이다. 세 번째 구체적으로 지시하는 것으로서의 제스처이다. 네 번째 추상적인 것을 가리키는 행위로서의 제스처이다.

두 번째 형상적 제스처(Imagery gesture)이다. 형상적 제스처란 현 시대에 존재하지 않거나 현재 관찰 불가능한 것에 대하여 시각적인 이미지로서 나타내는 것이다. 가장 대표적인 예시 중에 하나로서 형상적 제스

처는 중생대 조산운동을 학생들이 표현하기 위해 양손을 위로 올리는 행위로서 용기하는 과정을 설명하는 데 도움을 줄 수 있다.

세 번째 묘사적 제스처(Depiction gesture)이다. 묘사적 제스처란 현재 존재하는 것과 관찰할 수 있는 것에 대하여 시각적인 이미지로 나타내는 것이다. 가장 대표적인 예시 중에 하나로서 묘사적 제스처는 관악산에 존재하는 화강암을 양손을 이용하여 원형으로 만드는 것과 한탄강 아우라지에서 관찰하였던 베개용암을 한손 혹은 양손을 이용하여 원형으로 표현하는 것으로 현재와 같은 모습을 보이는 지질학적인 암석 혹은 구조를 설명하는데 도움을 줄 수 있다.

관악산 및 한탄강 형성과정을 주제로 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 학생들의 보여준 제스처의 양상을 제스처의 종류를 중심으로 살펴본 결과는 아래 표 1과 같다.

표 1. 제스처의 양상

| 제스처의 종류                        | 예시   |
|--------------------------------|--|
| 지시적 제스처<br>(Deictic gesture)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학적인 의미를 내포하고 있는 구체적인 사건 혹은 물체를 가리키는 행위로서의 제스처</li> <li>- 과학적인 의미를 내포하지 않고 구체적인 행위만을 담고 있는 지시로서의 제스처</li> <li>- 구체적인 지시로서의 제스처</li> <li>- 추상적인 지시로서의 제스처</li> </ul> |
| 형상적 제스처<br>(Imagery gesture)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현 시대에 존재하지 않는 것 혹은 볼 수 없는 것에 대하여 시각적인 이미지로 나타내는 제스처</li> </ul>  |
| 묘사적 제스처<br>(Depiction gesture) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현 시대에 존재하는 것과 볼 수 있는 것에 대하여 시각적인 이미지로 나타내는 제스처</li> </ul>   |

이 연구에 참여한 3개의 조 총 10명의 학생들을 대상으로 적용한 관악산 및 한탄강 형성과정을 주제로 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 볼 수 있는 학생들의 제스처를 각각의 상황과 맥락을 고려하여 살펴보고자 한다.

## 가. A조 사례

첫 번째 연구 문제는 학생들이 야외지질학습에서 보여주는 제스처의 양상을 탐색하는 것이다. A조 학생들이 관악산 야외지질답사, 관악산 형성과정 모델 및 모델링, 한탄강 야외지질답사, 한탄강 형성과정 모델 및 모델링으로 네 가지 상황에서 보여주는 지시적 제스처, 형사적 제스처, 묘사적 제스처와 두 개 이상 복합적으로 드러난 제스처를 알아보려고 하였다. 연구 결과는 다면적 상호작용 전사 방법(Norris, 2004)에 따라 주제, 참여자, 제스처 종류, 학생들의 제스처를 보여주는 스냅 샷 화면(1~4), 장면 번호(#), 영상 시간(real time), 학생들의 음성 언어 혹은 담화, 근접성을 포함하여 학생들의 제스처를 나타내는 순간에 대한 상황적인 서술, 기타(프린트, 레이아웃) 등의 순으로 각각의 양식(mode)에 따라 기술하고자 한다. 단, 연구 주제와 참여자<sup>4)</sup>의 경우는 각 조별로 공통적이기 때문에 처음 한 번만 제시하였다.

학생들의 제스처에 대한 스냅 샷을 왼쪽부터 차례대로 아라비아 숫자로 표기하여 음성 언어, 상황에 대한 기술 등 양식(mode)에 중복되는 상황을 아라비아 숫자로 표기하였다.

### 1) 관악산 야외지질답사

#### 가) 지시적 제스처



---

4) A조 참여자의 경우 남1과 남2로 명명하여 (이하) 작성하였다.

#3, (4' 12" ~ 4' 14").

남1 : 여기 이 밝은 색 (1,2)돌이 제일 많은 것 같아.(3,4)

남2 : 응

교사는 학생들에게 근처에 돌도 관찰하고 주변을 크게 관찰해 보는 과정에 참여할 수 있도록 유도하는 상황이다. 이때 A조 남1 학생이 주변을 둘러본 이 후(1, 2) 암석을 손으로 가리켰다(3, 4). 다른 조원 남2 학생은 남1 학생이 손으로 가리킨 방향을 쳐다보며 짧게 응답하였다.



1



2



3



4

#8, (24' 38" ~ 24' 40").

남2 : 저기 저 암석에 이렇게 층이 저 있잖아요. 저게 엽리예요? 층리예요?(3, 4)

인솔교사 : 사실 둘 다 아닌데...허허

남2 학생이 안내하는 교사에게 자신이 관찰하는 편마암과 주변에 암석이 갈라져서 마치 줄무늬처럼 보이는 것과 같은 것인지 다른 것인지 질문하는 장면 중 일부이다. 두 학생 모두 주어진 노두에서 화강암과 편마암을 관찰하고 두 암석의 차이를 명확히 구분을 하였다. 이 장면에서는 한 명의 학생이 손으로 자신이 관찰하고 있는 편마암과 반대편의 암석을 손으로 가리키며 그것이 무엇인지 질문하였다. 실제 남2 학생이 가리킨 것은 암석 사이 갈라진 틈이 길게 뻗은 절리를 가리키는 것이었으



며 인솔교사는 엽리도 층리도 아니라고 답변하였다(3, 4).



1



2



3



4

#9, (25' 26" ~ 26' 05").

남2 : 저게 무슨 암석일까?(1)

인솔교사 : 너희들이 아는 암석이 뭐뭐 있어?

남1 : 암석 배웠었는데...1학년 때 배웠었던 것들이라...

인솔교사 : 아 그래?

남1 : 암석 구분하는 거에 대해서 배웠었는데...

남2 : 일단 화강암 알아. 화강암.

남1 : 화성암의 종류 중에서 화강암이 있어. 화강암이 퇴적암은 아니  
고.....

남2 : 화강암이 퇴적암은 아니지.

남1 : 화성암이 어떻게 만들어진 거더라.

남2 : 화산활동 때문에 생긴 거 아닌가?

남1 : 아니아니 그건 아니고...

인솔교사 : 어떤 암석 말하는 거야?

남2 : 저거 저기 있는 거요.(2)

남1 : 저거요.(3)

인솔교사 : 아 저거 말하는 거구나.

남1 : 그리고 그 앞에는 뭐예요?

남2 : 이건 편마암이야.(4)

두 학생은 서로 관찰한 암석이 무엇인지 토의하는 과정에서 화강암과 편마암을 언급하는 장면 중에 일부이다. 두 학생은 주변에서 보이는 화강암과 편마암을 각각 구분하였고, 이 때 계곡 주변에서 암석이 어디에 위치하는지 구체적으로 있는지 손으로 가리켰다(1,2,3,4). 야외지질학습의 주제와 관련하여 음성 언어로 일부 암석의 생성과정에 관해 짧게 언급은 되지만 구체적인 과정에 대해서는 언급하지 못했다.

#### 나) 형상적 제스처



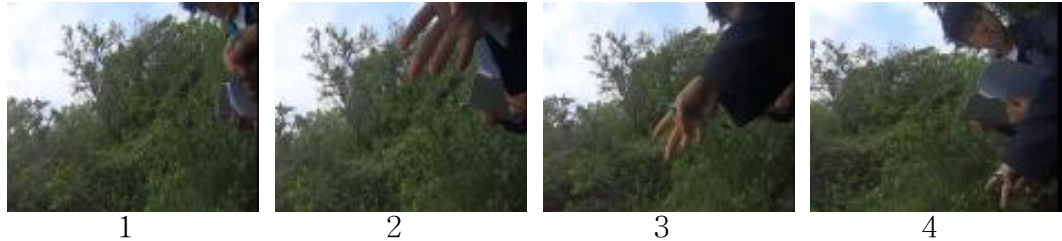
#10, (3' 48" ~ 3' 53")

인솔교사 : 관악산 형성과정에 대해서 고민하는 건데 혹시 뭐 배운 거 있어? (1)

남1 : 저번에 그 뭐지, 관입(2)이란 뭐 쌓여가지고 산(3)이 되고 했었는데, 그건 주어진 조건에서 하는 것이고 이거는(4).....

교사가 두 학생들에게 관찰하는 암석이 어떻게 만들어졌는지 배운 적이 있는지, 뭐가 형성되는 과정에 대해 생각해 본 적이 있는지 질문을 하였고(1) 이후 상황에서 학생들이 응답을 할 때 형상적 제스처를 보여주었다. 관입(2)을 배운 적이 있다고 하면서 그 때 배웠던 상황을 서술하는 장면(3)으로서 과거에 특정 지역에 있었을지도 모르는 상황을 손으로 직접 표현하였다. 반면 현재와 같은 조건(4)에서는 말끝을 흐렸다.

다) 묘사적 제스처



#11, (6' 20" ~ 6' 34").

지도교사 : 여기가 어떻게 해서 만들어졌을지도 함께 고민해보세요.

인솔교사 : 누가 여길 이렇게 만들었을까? 하하

남1 : 돌이 돌아다니다가?(1)

인솔교사 : 응 뭐라고?

남1 : 아니 그러니까 제 말은 물이 흐르면서(2) 침식되거나 퇴적되어서 형성된 것 같지 않고 원래 있던 거에서 물이 흘러서 만들어진 거 같아요(3, 4).

인솔교사 : 돌의 중심으로 물이 흘러서 지금과 같은 모습으로 만들어졌다는 거요?

남1 : 네네

지도교사가 학생들에게 현재 관찰하고 있는 이곳이 어떻게 만들어졌는지도 관찰하고 있는 노두가 어떻게 만들어졌을지도 고민해 보자고 제안하였다. 이 과정에서 남1 학생이 물이 흘러가면서 만들어진 상황을 설명하는 묘사적 제스처를 보여주었다. 남1 학생은 암석이 만들어진 이후에 물이 흐르면서 지금과 같은 모습이 되었다고 음성 언어로 말함과 동시에 물이 흘러가는 모습을 손의 움직임으로 나타내었다(2,3,4). 더욱이 현재와 같은 암석이 물이 흘러서 만들어진 것이 아니라 암석이 존재하고 물의 흐름으로 인해 지금과 같은 모습이 되었다는 점에서 묵시적으로 침

식 작용이 일어나는 것을 알 수 있었다. 단, 남1 학생이 보여주는 손의 움직임은 물이 지금과 같이 암석을 따라 흘러가는 모습을 나타냈다.(2,3,4)

A조 학생들은 관악산 야외지질답사에서 지시적 제스처 9개, 형상적 제스처 1개, 묘사적 제스처 1개를 보여주었다. 지시적 제스처는 야외 답사 장소에서 다양한 암석을 가리키거나 광물을 줍거나 관찰할 때 나타났던 것으로 A조 학생들이 직접 광물을 찾거나 암석을 판단할 때 그 광물과 암석을 지칭하기 위해 지시적 제스처를 사용하였고 음성 언어와 더불어 특정한 것을 가리켰고 연구 참여자 상호간의 의견을 교환할 때 나타났다. 더욱이 광물이나 암석을 색, 모양 등과 같은 특징을 찾을 때 연속적으로 지시적 제스처를 보여주었다. 형상적 제스처는 암석이 어떻게 만들어졌는지 고민하는 과정에서 한 남학생이 보여준 것으로서 과거에 있었을 지도 모르는 특정 현상을 다루었다. 묘사적 제스처는 학생들이 관찰하고 있는 노두가 어떻게 만들어졌는지에 대한 인솔교사의 질문에 대한 답을 할 때 노두와 물의 흐름을 손의 움직임으로서 나타내었다.

A조 학생들은 관악산 야외지질답사 단계에서 지시적 제스처 사용이 절대적으로 많았으나 형상적 제스처와 묘사적 제스처도 사용하며 과거 특정 상황에 대한 추론과 현재의 모습에 대한 묘사도 함께 이루어졌다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 모델 및 모델링

A조 학생들은 교실 환경으로 돌아온 이후 관악산 형성과정을 주제로 개인 모델과 조별 모델을 만드는 것으로 과학적 모델 및 모델링을 수행하였다. 교실 환경에서 학생들이 보여주는 제스처는 다음과 같다.

### 가) 지시적 제스처



#13, (32' 51" ~ 32' 59").

남2 : 여기가 관악산 부분이잖아?(1,2)

남1 : 어어. 여기가 관악산이지.(3)

남2 : 관악산이 화강암으로 되어 있잖아. 화산폭발로?

남1 : 마그마가 식어서 만들어지니까, 화산폭발로 된 것인지는....(4)

두 학생은 보드에 그렸던 그림을 손으로 가리키며 관악산의 위치 (1,2,3)와 관악산이 어떻게 만들어졌는지를 서로 질문하고 답하였다. 관악산이 화산폭발로 형성된 것인지 화강암의 어떻게 만들어진 것인지 묻고 답하는 것(4)으로 조별 모델의 방향을 정하는 모습을 볼 수 있었다. 이 같은 상황에서 관악산을 반복하여 가리키는 제스처를 나타냈다.



1



2



3



4

#14, (56' 40" ~ 57' 20").

남1 : 저희가 생각한 관악산 형성과정은 우선 처음에 선캄브리아 시기에 변성암이 먼저 생성되었습니다(1). 그 다음에 고생대에서 중생대까지 퇴적이 됩니다(2). 그런 다음에 마그마가 식으면서 화성암 같은 것들이 만들어집니다(3). 그 다음에 물에 의한 침식과 같이 중생대 때까지 퇴적된 것들이 깎여 나가고 또 여기 심성암 중에서 화강암이 밖으로 드러나게 되고 또 이때 포획암도 생성되게 됩니다(4). 그래서 지금과 같은 관악산의 모습을 보이게 됩니다.

중간 조별 모델 발표에서 A조 발표자 남1이 보여주는 제스처이다. 발표자는 각각의 지질 시대와 대표적인 사건을 기준으로 4단계로 분류하여 발표하였고 이때 각각의 지질 시대를 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 지질 시대에 따른 각각의 단계를 손으로 가리키는 지시적 제스처를 발표 과정에서 꾸준히 보여주었다.

나) 형상적 제스처



1



2



3



4

#15, (16' 58" ~ 17' 02").

지도교사 : 개인 모델 작성 끝났으면 서로 의견 나누어보자.

남2 : 흠...

지도교사 : 남2는 어떻게 했어? 먼저 이야기 해볼래?

남2 : 일단 해저 화산 활동(1)에서 처음에 어떻게 생겼는지는 모르겠지만 초기엔 뭐 이렇게 있었는데(2) 땅이 융기(3, 4)하면서 한반도가 만들어졌고요.

남2 학생이 자신의 개인 모델을 설명할 때 처음 보여준 제스처이다. 해저 화산 활동(1)으로 만들어진 땅이 융기(3,4) 하면서 한반도 전체가 형성되었다는 가설을 제시하였다. 이 때 남2 학생은 초기 불특정한 상태를 양손을 모았다가 펼치는 움직임(2)과 융기하는 과정에 대해 양손을 아래에서 위로 올리는 움직임을 보여주었다(3,4). 이 형상적 제스처는 관악산 형성과정에 대한 개인 모델을 발표할 때 초기 상태를 양손을 모았다가 펼치는 것으로 나타내는 것뿐만 아니라 융기 과정을 시각화하여 보여주었다.



1



2



3



4

#24, (39' 12" ~ 39' 37").

남1 : 화강암이 심성암이었나?

남2 : 심성암....흠...심성암 어어어 맞는 거 같은데...



남1 : 화강암이 심성암이고 결정크기가 큰 애가....결정크기가 큰 것이 심성암 화강암이고..(1)

지도교사 : 그럼 그 심성암, 그러니까 우리가 말하는 화강암은 어디서 생성된 것일까?

남1 : 심성암은 밑에서 생성된 거(2).

남2 : 그리고 무언가에 의해서 용기가 있어야지.

남1 : 어쨌든 그럼 화강암은 저 속에서 생성되고 위로 나와야지(3,4).

남1 학생이 조별 모델에서 심성암(화강암)의 생성기작에 대한 질의응답 중에 보였던 제스처이다. 오른손은 지표보다 아래에서 생성됨을 보여주는 움직임이다. 심성암이 밑에서 생성된 것에 대한 언급과 함께 두 손을 모은 후 오른손은 아래로 내리고(1, 2) 화강암이 저 속에서 생성되었다고 말함과 동시에 아래로 내린 손을 제자리에서 원을 그리는 형태(3)로 화강암이 지표 아래 존재하고 있다는 것을 나타냈다. 마지막으로 두 손을 위로 올리는 것으로 용기하는 것도 함께 표현하였다.(4)



1



2



3



4

#26, (49' 38" ~ 49' 54").

지도교사 : 조별 모델 어느 정도 만들어봤으면 조금 세부적인 질문도 한번 해볼까? 궁금한 게 있어서

남1 : 네

지도교사 : 아까 포획암에 대해서 이야기 하다가 다 안 끝냈던 것 같아서 밝은 부분이랑 어두운 부분이 있었잖아.



남1 : 네

지도교사 : 그러면 둘 중에 밝은 부분이 먼저 생겼거나 아니면 어두운 부분이 먼저 생겼거나 그것도 아니면 동시에 짙하고 생겼겠지. 어떻게 해서 포획암이 생겼을지?

남1 : 흠, 일단 먼저 밝은 부분(1)이 먼저 생겼다면 검은 부분이 관입(2)이 되어서 속에 들어간 다음에 침식(3)을 받아서 표면에 드러나서 보이는 것(4) 같아요.

지도교사는 각 조의 모델을 만드는 과정을 전체적으로 지켜보다가 A 조 학생들이 조별 모델을 어느 정도 만들었다고 판단하여 먼저 다가가여 학생들에게 추가적인 질문을 하나 하였는데 이 때 이에 대한 응답을 하면서 남1 학생이 보여준 제스처이다. 지도교사는 포획암의 생성 기작에 대해 질문하였고 이에 대해 교사에게 남1 학생이 개별적으로 설명해 주는 모습 중의 일부이다. 왼손을 일부 펼쳐서 처음 존재하고 있는 암석이 있었고(1) 오른손은 주먹을 쥐며 다른 암석과 접촉부가 생기는 지점(2)을 표현함과 동시에 왼손이 오른손을 감싸는 형태를 보여줌으로서 포획되는 것을 보여주었다. 마지막으로 오른손은 원형을 그리며 회전하는 모습으로서 접촉부 바깥면의 침식이 일어나는 것(3,4)이라고 설명하였다.

다) 묘사적 제스처



1



2



3



4

#27, (18' 29" ~ 18' 35").

남2 : 한 광물 입자가 상류 보다 훨씬 높은 정상부근에서 계곡(1)을 따라서 퇴적(2)되었을 텐데 무게에 따라서 퇴적되는 위치가 다를 것이라고 생각해서 무거운 것은 비교적 위에 쌓이고(3) 가벼운 것은 멀리까지 내려가면서 퇴적(4)될 것이라고 생각합니다.

광물 입자를 관찰한 부분에 대한 설명과정에서 보여주는 제스처이다. 광물 입자는 산 정상 혹은 산 위에서부터 침식되면서 계곡(1)을 따라 퇴적되면서 내려왔을 것(2,3,4)이라고 추측하면서 이를 설명하는 과정에서 양손을 왼쪽에서 오른쪽으로 뚫으며 무게에 따라 퇴적되는 위치가 차이가 있음을 보여줄 뿐만 아니라 가벼운 입자는 멀리까지 내려간다는 상황을 언급하며 왼손을 멀리까지 뻗고 있다(4). 이 과정에서 보여주는 묘사적 제스처는 광물의 입자의 무게에 따라 퇴적되는 것을 표현하였다.

라) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#29, (36' 16" ~ 36' 38").

남2 : 변성암이 이렇게 있었고...(1)

남1 : 초기에는 변성암이 넓게 분포하고 있는 거로 하면 될 것 같애.

남2 : 처음에는 넓은 평지에 변성암이 있고 (2)

남1 : 그래그래, 아무튼...

남2 : 지금은 이렇게 위로 올라왔는데 이 쪽 부분이 이렇게 깎이면서 결국에는 화강암이 드러나고 (3,4)

남1 : 그러면 옆에는 변성암이 있고 가운데는 화강암이 이렇게 드러나는 것으로 하면 되겠네(4).

조별 모델의 일부를 정리하는 과정에서 볼 수 있는 학생들의 제스처이다. 남2는 초기 조건을 변성암이 존재한다고 언급하면서 평평한 면을 손을 좌우로 움직이며 그린다(1,2). 두 번째 융기하는 과정을 위로 볼록한 모양을 펜으로 그린다. 세 번째 침식 작용에 관해 언급하면서 손을 좌우로 움직이며 융기하여 솟구쳐 오른 부분을 지운다(3,4). 즉, 침식 작용에 해당하여 부분을 지운다. 마지막으로 남1이 해당하는 경계면을 손으로 가리키며 편마암과 화강암이 현재와 같이 존재하는 것을 말한다.



1



2



3



4

#30, (40' 53" ~ 41' 23").

남2 : 지금은 현재 이제 화강암이 이곳에 존재하고 있잖아(1).

남1 : 응

남2 : 이렇게 되기까지 일단 선캄브리아기에 기반암으로 뭔가 이렇게 넓게 분포하고 있었을 것이고(1), 시간이 흐름에 따라 쌓이는 게 있었겠지. 그리고 이제 화강암이 위로 올라왔을 것이고(2)...

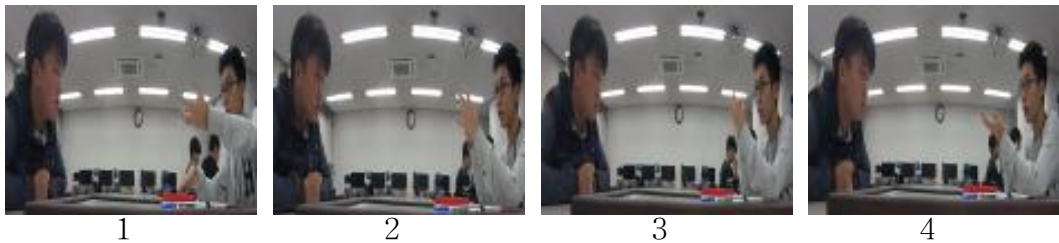
남1 : 그럼 여기가 일단 편마암이 있어야 할 것이고 그리고 화강암이 있는 여기는 중생대여야 하는 거 아니야?(3)

남2 : 응 여기가 중생대라고 해야지(4).

두 학생이 중간 조별 모델을 요약하여 정리하고자 할 때 두 학생이

보여준 제스처 중 일부이다. 먼저 남2 학생이 좌우로 손을 움직이며 기반암의 존재를 나타냈다. 두 번째 손을 위 아래로 움직이며 융기하는 과정을 드러내고자 하였다. 그런 다음 세 번째 남1 학생이 그림을 손으로 가리키며 지질 시대에 대한 내용을 추가하기 위한 질문과 대표 암석을 각각 편마암과 화강암을 언급하며 선캄브리아 시기와 중생대 시대를 추가할 수 있도록 그림의 위치를 각각 가리켰다.

마) 지시적 제스처와 묘사적 제스처



#31, (35' 48" ~ 35' 52").

남1 : 포획암이 그거 아냐?(1) 그 한 쪽에(2) 다른 한 쪽이 박혀(3)가지고 이쪽이 반대쪽 보다 오래된 것(4).

야의 답사 단계에서 관찰한 포획암이 어떻게 만들어졌는지를 언급할 때 남1이 보이는 지시적 제스처와 묘사적 제스처이다. 왼손을 둥근 모양을 만들어서(1) 뺀어서 한 쪽에(2) 다른 것(암석)이 박힌 것처럼 보이는 것(3)이라고 언급하며 왼손을 뺀었다가 모으면서(4) 동시에 손의 앞과 뒷면이 다르다는 것으로 암석의 양쪽 면을 가리킨다.

관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에서 A조 학생들은 지시적 제스처 3개, 형상적 제스처 12개, 묘사적 제스처 1개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 경우 3개, 지시적 제스처와 묘사적

제스처가 동시에 나타난 경우가 1개 있었다. 두 가지 이상의 제스처가 동시에 나타난 경우를 포함하여 지시적 제스처 7개, 형상적 제스처 15개, 묘사적 제스처 2개가 있었다.

관악산 형성과정에 대한 과학적 모델링 형성과정에서 지시적 제스처는 특정 시대, 사건, 암석 등을 가리키는 행위, 형상적 제스처는 관악산이 현재와 같은 모습이 되기까지 있었던 일련의 사건들을 시간 순서대로 혹은 각각의 사건에 대해 학생들이 표현하고자 할 때 나타났으며 마지막으로 묘사적 제스처는 야외에서 관찰한 포획암을 있는 그대로 묘사하는 행위 등과 같이 현재와 같은 조건에서 관찰하였던 것들을 눈으로 보이는 것처럼 시각적으로 표현할 때 A조 학생들이 사용하였다. 더욱이 학생들은 각각의 제스처를 단순히 한 장면에서 특정 제스처 하나만 사용하는 것이 아니라 하나의 제스처를 사용하기도 하고 경우에 따라서 두 개 이상의 제스처가 복합적으로 나타나기도 하였다. 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 경우는 용기하는 사건을 가리킴과 동시에 이를 시각적으로 학생들이 표현하고자 할 때 두 제스처가 동시에 나타났으며 또 다른 경우에는 조별 모델을 정리하는 과정에서 특정 사건을 지칭하며 가리킴과 동시에 이를 설명하기 위한 행위로서 학생들은 형상적 제스처가 동반되어 현상을 표현하고자 하였다. 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 포획암에 관한 경우에는 포획암의 면을 가리키는 행위와 이를 야외에서 관찰한 것대로 나타내고자 할 때 두 제스처가 음성 언어와 함께 수반되었다.

야외 답사 단계에서는 지시적 제스처의 빈도가 높았던 반면 과학적 모델 및 모델링 단계에서는 형상적 제스처의 빈도가 가장 높았다. 야외 답사 단계에서는 광물, 암석 등 야외에서 학생들이 스스로 관찰하고 상호간의 의견을 교환할 때 특정한 것을 가리키는 행위로서 지시적 제스처가 가장 많이 사용되었다. 과학적 모델 및 모델링에서는 현재와 같은 관악산의 모습이 만들어지기까지 과정을 설명하기 위해 각각의 시대 혹은 특정 과거 사건에 대해 기술하거나 설명하는 과정으로서 형상적 제스처가 높은 빈도로 사용되었다.

### 3) 한탄강 야외지질답사

한탄강 야외지질답사 장소는 세 곳으로서 좌상바위 인근, 아우라지와 차탄천 인근이다.

첫 번째 좌상바위 근처에서 학생들은 전석들 중에 적어도 하나씩 가져오는 것과 인근 지역에서 볼 수 있는 암석, 구조 등을 자유롭게 관찰할 수 있도록 안내받았다. 학생들은 자유롭게 앉거나 돌아다니면서 자신이 관찰하는 것의 특징을 찾아서 스스로 정리할 수 있도록 기회를 제공받았다. 다만, 학생들의 활동 참여에 어려움을 느끼는 경우 관찰하는 암석과 구조들이 어떻게 만들어졌을지 생각할 수 있도록 유도하고자 하였다.

#### 가) 지시적 제스처



#32, (09' 34" ~ 09' 36").

인솔교사 : 특징에 무엇을 쓴 거야?(1)

남2 : 그냥 저쪽(2)의 암석에서 보이는 것을 그려봤어요(3). 저기 암석이 길게 쪽 뻗어있는 것(4)처럼 보여서요.

물이 흐르지 않고 모래가 쌓여 있는 좌상바위 인근에서 학생들이 자유롭게 강 건너편에서 지질학적 구조를 관찰하였다. 남2 학생은 관찰 기록지에 자신이 관찰한 것을 스케치하고 관찰한 지질 구조의 특징을 서술

하는 과정에 참여하였다. 인솔교사가 남2 학생이 그린 스케치를 보고 특징이 무엇인지 묻고 답하는 장면에서 보이는 제스처 중 일부이다. 인솔교사가 남2 학생에게 특징에 무엇을 썼는지 질문하였을 때(1) 남2 학생은 건너편의 지질 구조를 손으로 가리키는 장면이다(2,3,4).



1



2



3



4

#38, (23' 55" ~ 24' 01").

인솔교사 : 그게 궁금해? (1)

남1 : 네(2), 어떤 것인지 이걸(3) 좀 다르네요.

인솔교사 : 이걸 선생님 생각에 콘크리트 같은데.....(4)

남1 학생이 다른 전석을 찾아서 어떤 것인지 찾는 과정에서 인솔교사가 이따금씩 직접적으로 도움을 주는 경우도 있었다. 이 장면에서는 하천바닥에서 암석이 아닌 것을 학생이 주워서 살펴보고 있을 때 인솔교사가 개입한 장면 중 일부이다. 남1 학생이 콘크리트를 가리키고 있을 때 교사가 직접 다가가서 지금 보고 있는 것에 대해 어떤 것인지 직접 질문하였고(1) 교사가 직접 콘크리트라고 알려줌(4)으로서 학생들이 전석을 찾고 분류하는 활동에 도움을 주기도 하였다. 이 장면에서는 학생이 콘크리트를 직접 가리키는 것(2,3)으로서 지시적 제스처가 있었다.





1



2



3



4

#40, (26' 20" ~ 26' 30").

남2 : 이걸 어떤 암석일까요?

인솔교사 : 흠...이번에는 한번 직접 판단(1)해보도록 하자. 우리가 자주 관찰했던 암석(2)이라서 한번 고민해보면 좋을 것 같아(3).

남2 : 이걸 화강암인거 같아요(4).

전석이 어떤 암석인지 학생 스스로 판단하는 과정이다. 인솔교사는 학생에게 전석이 어떤 암석인지 판단해보자고 제안하였을 때(1) 학생이 보여주는 움직임은 암석의 표면을 가리키거나(2,3) 양손으로 암석의 모든 단면을 확인하는 것(4)을 보여주었다.



1



2



3



4

#41, (31' 22" ~ 31' 26").

남2 : 썸 여기(1) 또 비슷한 거(2) 하나 더 있어요. 애도 화강암이에요(3).



인솔교사 : 표본에서 비슷해 보이는 거 한 번 찾아봐봐(4).

남2 학생은 지속적으로 전석을 가지고와서 암석을 분류하는 활동에 참여하였다. 이 장면은 인솔교사와 따로 떨어져서 혼자 전석을 미리 주워서 암석 표본 옆에 두고 다시 인솔교사와 만났을 때 자신이 분류해 둔 전석을 인솔 교사에게 말할 때 보여주는 지시적 제스처이다(1,2).

전석과 비슷한 암석 표본을 찾아서 그것이 무엇인지 인솔교사에게 직접적으로 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다. 남2는 자신이 가져온 전석 또한 화강암이라고 판단(3,4)하였고, 암석 표본에서는 흑운모 화강암이 전석과 가장 비슷하다고 주장하였다.



#43, (02' 03" ~ 02' 25").

인솔교사 : 우리가 앞선 답사 장소가 어디였지?

남1 : 좌상바위요.

인솔교사 : 좌상바위가 뭐라고 그랬지? 무슨 암석으로 되어 있다고 했었지?

남1 : 응회암이요.

인솔교사 : 응회암은 어떤 거랑 관련이 있지?

남1 : 화산이랑 관련 있어요.

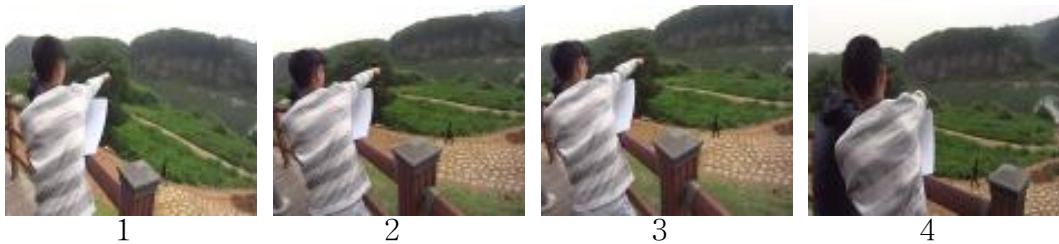
인솔교사 : 그거랑 연결해서 생각해보면 좋지 않을까 싶은데, 그럼 자유롭게 한번 이야기하고, 뭐 색깔도 다른 것 같고...(1)

남1 : 저기(2) 둥근 거(3) 딱 봐도 다르네. 저거 해야 하는 거 같은

데...(3)

남2 : 응(4)

베개용암을 관찰하기 위해 아우라지에서 확대 망원경과 육안으로 베개용암, 부정합 등 관찰하였다. 이곳에서는 학생들에게 건너편에 육안으로 보이는 것에 대해 스케치하고 그 특징을 이야기 해보는 시간으로 구성하였다. 인솔교사가 처음 시작을 함께 도와주었다. 스냅 샷은 인솔교사와의 학생들 간의 짧은 대화가 종료되자마자 남1 학생이 건너편에 존재하고 있는 베개용암을 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다(2,3,4).



#45, (04' 40" ~ 04' 46").

남1 : 저기(1) 밑에 검은색 부분 저기(2)는 조금 다른데?

남2 : 어디?

남1 : 저기(3) 구멍 뚫린 것처럼 어두운 부분(4).

베개용암을 관찰하는 중에 베개용암의 일부분이 마치 구멍(3)이 뚫려 있는 것처럼 부서진 지형을 손으로 가리키는 지시적 제스처가 있었다(1,2,3,4). 남1 학생이 먼저 보고 남2 학생에게 음성 언어로 언급하며 위치를 가리키는 제스처를 동반하며 알려주었다.



#46, (02' 40" ~ 02' 44").

남1 : 저기(1,2) 눈앞에 있는 것들이 절리인거 같긴 한데(3), 세부적으로 구분하는 거는 잘 모르겠어요(4).

인솔교사 : 뭐가?

남1 : 판상절리, 방사상이랑 다각형 모양의 절리요.

세 번째 차탄천 인근에서 강 건너편에서 뒤에서 큰 규모로 절리를 관찰할 수 있도록 하였다. 남1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 절리를 3가지 유형으로 구분하여 제시하였는데, 남1 학생은 강 건너편의 절리를 가리키며 3가지 유형을 구분하는 데 어려움이 있음은 음성 언어로 인솔교사에게 언급하였다.

실제 학생들은 강 건너편에 조별로 자유롭게 움직일 수 있도록 하였고 학생들이 강 건너편에서 관찰할 때 주상절리라는 것을 쉽게 확인할 수 있었다. 인솔 교사는 이때 학생들이 관찰한 것을 확인하거나 조별 구성원들에게 한탄강 형성과정에 대한 개인 모델을 만들기 위해 준비를 해두는 것이 좋다는 것을 묵시적으로도 제시하였다(1). 남 1 학생은 손으로 반대편의 주상절리를 가리킴과 동시에 이를 언급하는 것으로서 지시적 제스처를(2,3,4) 보였다.



#48, (11' 30" ~ 11' 34").

남2 : 저기(1) 저건(2) 뭐예요?

인솔교사 : 어떤 거?

남2 : 저기(3) 밑에 돌이 좀 다른 게 있는 거(4) 같은데...

남2는 자유롭게 건너편의 절리를 관찰하다가 절리 형태가 아닌 조금 다른 돌이 있는 것을 발견하고 인솔교사에게 질문을 하였다(1,2). 사실 남2 학생이 질문한 것은 건너편에서 관찰하기 어려운 백의리층이었고 주상절리가 아니라 다양한 크기의 암석이 퇴적층에 박혀있는 형태로 존재하기 때문에 멀리서 바라보면 절리와는 다른 색, 다른 모양의 돌이 얇은 층처럼 보일 수 있다(3,4). 남2 학생은 강 건너편에서 이를 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보이면서 인솔교사에게 질문을 하였다.

나) 형상적 제스처



#49, (11' 56" ~ 12' 15").

남1 : 화성암인데...(1) 화산(2)이 덮은 형태(3)가 되어야 할 것 같은데...그리고 화산이 폭발하거나..

남2 : 흠..

남1 : 화성암은 마그마가 굳어서 되는 걸 이야기 하고(4) 그 안에 화산암이 있고, 화산암은 표면에서 이게 나와서 굳어서 되는 거지.

학생들이 각자 스케치한 것을 바탕으로 암석의 분류와 암석의 특징에 관해 토의하는 중에 보였던 제스처 중 일부이다. 화성암(1)에는 마그마가 식어서 생성(4)된 것과 화산 폭발로 만들어지는 분출암을 표현(2,3)할 때 보이는 제스처 중 일부이다 즉, 마그마가 굳어서 형성된 것과 화산 폭발로 형성된 것을 표현하였다. 남1 학생의 형상적 제스처는 화산이 덮은 형태를 손을 좌우로 움직이는 것으로 표현하고자 하였다.

다) 지시적 제스처와 형상적 제스처



1



2



3



4

#50, (18' 18" ~ 18' 25").

남2 : 저(1) 샘플 돌은 어떻게 만들어졌을까요?

인솔교사 : 돌이 생성되는 방법이 많잖아(2). 돌을 구성하는 성분도 다양할 것이고, 그래서 같은 암석이라고 하더라도 똑같은 것은 잘 없어.

남2 : 저것(3)도 아래에서 위로 올라와서(4) 만들어지지 않았을까요.

남2는 인솔교사에게 암석 샘플 돌의 형성에 대해 질문하였고(1) 인솔교사가 대략적으로만 언급하자(2) 남2 학생이 생각하는 형성과정에 대해 짧게 대답하는 상황에서 볼 수 있는 제스처이다(3,4). 처음 남2 학생이 암석 표본을 가리키는 지시적 제스처(1)와 스스로 생각하기에 암석이 융기해서 만들어졌을 것이라고 추측하며 오른손을 아래에서 위로 올리면서 올라오는 과정을 표현(4)하고자 하였다.

한탄강 야외지질답사 단계에서 A조 학생들은 지시적 제스처 17개, 형상적 제스처 1개, 지시적 제스처와 형상적 제스처를 동시에 보여준 1개가 있었다. 한탄강 야외지질답사 단계에서 지시적 제스처가 절대적으로 높은 빈도를 보여주었다. 한탄강 야외지질답사 단계에서 A조 학생들이 보여준 지시적 제스처는 암석, 광물, 베개용암, 주상절리 등을 관찰할 때 특정한 것을 가리키는 행위로서 사용되었다. 더욱이 좌상바위 인근에서 학생들이 전석을 가져와서 암석 표본과 비교 및 대조하는 과정에 참여할 때 전석을 가져와서 학생들이 화성암, 퇴적암, 변성암과 같이 암석의 종류에 따라 분류하는 활동과 베개용암을 멀리 떨어져서 육안으로 관찰하기 때문에 멀리서 지질학적인 구조와 특징을 관찰하기 위해서는 특정한 곳을 가리키고 상호 간의 의사소통이 이루어지기 때문에 지시적 제스처가 더 많았을 지도 모른다. 그 이외에도 한탄강 야외지질답사 단계에서도 일부 형상적 제스처, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타나기도 하였다. 형상적 제스처 혹은 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타날 때 A조 학생들은 야외 답사 장소 특정 지역의 생성되는 기작에 관한 상호간의 의견을 교환하는 과정에서 과거의 특정 상황이나 사건에 대해 추론하며 설명하였다.

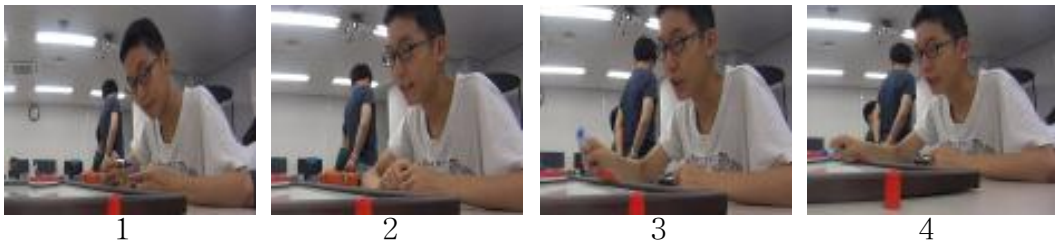
A조 학생들은 관악산 및 한탄강 야외지질답사에서 공통적으로 지시적 제스처가 가장 많이 사용했다. 이따금씩 형상적 제스처, 묘사적 제스처 혹은 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타나기도 하였다. A조 학생들은 야외지질답사 단계에서는 학생들이 상호간이 관찰 활동에 집중하여 암석이나 광물을 비교하여 학생들이 스스로 구분하는 활동과 지질

학적 구조를 학생들이 직접 그리고 특징을 찾아보는 것 등의 활동에 참여하기 때문에 두 번의 야외지질답사에서 지시적 제스처를 가장 많이 사용했을지도 모른다. 이 연구는 학생들의 제스처에 대해 탐색할 때 학생들의 상황과 학습의 맥락적인 측면을 고려하기 위해 다면적 상호작용으로서 접근하고자 하였다. 다면적 상호작용의 측면을 고려하였을 때 단순히 지시적 제스처가 가리키는 행위에 국한되는 것이 아니라 학생들이 야외답사 단계에서 상호간의 의사소통을 하는 과정에서 학습의 맥락이 추가되어 지질학적으로 학습해야 할 내용 혹은 학생들이 야외 답사 단계에서 관찰하거나 과거에 학습했던 경험으로 인해 알고 있거나 혹은 야외답사 단계에서 새롭게 익힌 내용 등을 학생들의 상호작용을 통해서 진행되었기 때문에 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처 혹은 2개 이상의 제스처가 나타났을 때 지질학 학습적인 내용도 함께 추가되어 상호작용에 반영될 수 있었을 것이다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

한탄강 야외지질답사의 경우 이동 시간과 수업 시간을 고려하여 야외 답사 단계와 교실 단계를 같은 날에 진행할 수 없었기 때문에 야외 답사가 끝나고 다음 시간에 모여서 학생들의 개인 모델 만들기에서부터 조별 모델 만들기까지의 과정을 진행하였다.

##### 가) 지시적 제스처

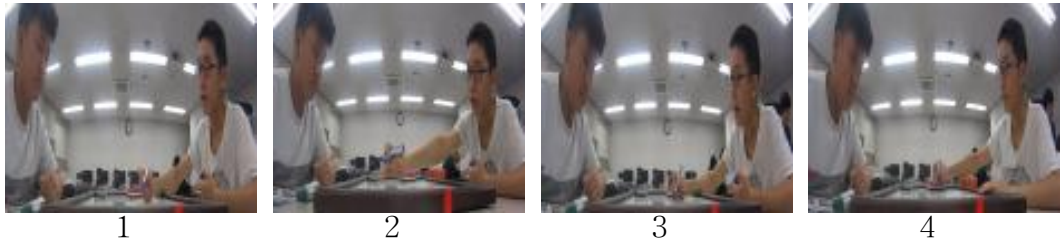


#52, (33' 25" ~ 33' 28").

남1 : 자(1) 이제 여기(2)에 물의 흐름이 있어야 하는데(3), 어떻게 해야 할까(4)

화산이 반복적으로 폭발하고 난 다음의 상황에 대해 기술할 때 물의 흐름이 있어야 한다고 언급하였다. 이때 남1 학생은 조별 모델을 만들기 위해 간단하게 그려둔 그림에 물의 흐름이 있어야 하는 지점을 손으로 가리키고(3) 동시에 다른 조원에서 질문도 함께 하는 상황이다(4). 스냅샷은 남1 학생이 물의 흐름이 있어야 하는 지점을 손으로 가리키는 행위를 순차적으로 나타내었다(1,2,3,4).





#53, (33' 45" ~ 33' 59").

남2 : 비가 내려서...

남1 : 잠시 가만가만가만가만....(1) 비가 온다고 하는 거면 화산 폭발하는 위치를 이쯤(2)으로 해서 비가 오고 물이 이렇게 흐른다고 해서 강이 형성되는 것(3)으로 하고 화산이 또 폭발하고 이렇게(4) 하면 되겠네.

강물의 흐름에 대해 기술하고자 할 때 나타나는 남1 학생의 제스처이다. 강이 생성되는 초기에 화산이 폭발하는 위치(2)와 비가 내리고 물의 흐름을 보이고(3) 또 다른 화산이 폭발하는 장소(4)를 임의로 강물이 흘러가는 방향 근처에 표시 하는 등 강의 초기 위치, 물의 흐름, 예상되는 방향을 손으로 직접 가리킨다(1,2,3,4).



#56, (1 08' 58" ~ 1 09' 01").

남1 : 애도 화산(1)이고 애도 화산(2)으로 여기에(3) 그냥 그리면 될 것 같애(4).

이 제스처는 A조 중간 조별 모델에 두 번의 화산 폭발(1,2)을 그림으로 표현할 때 직접적으로 위치를 가리키는 행위이다(3,4). A조 학생들은 쉬는 시간 이후에 조별 모델을 만드는데 이 때 두 학생이 논의했었던 화산 폭발 모델을 서술할 때 보이는 것으로서 남1 학생이 직접 화산 폭발에 관하여 가리키는 행위로서 화산 폭발을 표현하였다.



#61, (1 37' 57" ~ 1 38' 04").

남1 : 자 우리 조 모델은 여기(1) 화산 폭발(2) 모델로서 간단하게 설명하고 그 야외에서 관찰한 거(3)를 같이 이야기 해주면 될 것 같아(4).

최종 조별 모델에서 발표할 내용을 함께 확인하는 과정에서 보이는 제스처이다. 남1 학생은 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 화산 폭발 모델을 제시(1,2)하였고, 이때 화산 폭발 모델을 손으로 가리킴(2)과 동시에 남2 학생과 시선을 맞추고 반복적으로 발표할 화산 폭발 모델을 가리켰다(3,4).

나) 형상적 제스처



#62, (30' 33" ~ 30' 40").

남2 : 이걸로 해도 되겠다. 그리고 난 솔직히 아직 손도 못 땀어.

남1 : 아직 강의 생성과정(1)에 대해서는 다 안 썼어(2). 그래도 확실한건 화산폭발이 있었어. 맞지?(3)

남2 : 응,

남1 : 허허, 주변에서 연속적으로 화산폭발이 있었잖아(4).

개인 모델 만들기가 종료된 이후 조별 모델을 만들기 위해 토의가 시작되는 시점에서 서로의 개인 모델을 공유하고 난 후 남1 학생에게서 볼 수 있는 제스처이다(1,2). 먼저 남2 학생이 남1 학생의 개인 모델을 확인하고 남1 학생의 개인 모델에 대한 긍정적인 반응을 보여주었다. 화산폭발로 인해 형성되었다는 것에 강하게 주장하면서 화산 폭발 상황을 언급하면서 오른손을 펴서 모으고(3) 다시 원형을 그리며 위로 올리는 형태로서 화산이 폭발하는 것(4)을 손의 움직임으로 나타냈다.



#63, (32' 34" ~ 33' 15").

남1 : 우선 처음에 이렇게 퇴적층이 있었어(1). 그 다음에 하천이 먼저 생겼을까 화산이 먼저 생겼을까, 그게 우선 중요한 게 아닐까, 네가 보기엔 어때? 하천이 먼저야 화산이 먼저야?(2)

남2 : 나? 흠..... 나는 당연히 화산이 먼저지

남1 : 그러면 화산이 뭐 이런 식으로 만들어지고(3), 생겼겠지. 그러면서 여러 번의 화산활동이 있었어(4).

조별 모델을 만드는 과정에서 과거로부터 시간 순서대로 한탄강이 형성되기까지의 과정을 기술할 때 보이는 남1 학생의 제스처 중 일부이다. 남1 학생은 초기 퇴적되어 있는 상황을 나타내기 위해 손을 좌우로 움직이며 그림으로 나타내었다(1). 두 번 이상의 화산 폭발과 빗물로 인해 물이 존재한다는 흐름에 관하여 다른 조원의 의견을 구할 때 자신의 손을 앞으로 뻗으면서 묻는 행위(2)와 더불어 화산 폭발은 반복적으로 일어나야 한다는 것에서 화산을 뜻하는 삼각형 형태의 모양으로 표현했다(3,4).



1



2



3



4

#64, (33' 30" ~ 33' 40").

남1 : 물이 어디서 흘러오나?

남2 : (하늘에서 비가 내리는 그림을 계속 그린다.)(1,2,3,4)

남1 : 아 그런가? 그렇게 하면 되겠네.

남1 학생이 물이 어디서 와야 하는지 질문하였고 남2 학생은 하늘에서 비가 내리는 그림을 그리는 것으로 답을 대신하였다(1,2,3,4). 질문을 받은 남2는 물의 흐름에 대한 답을 하고자 위에서 아래로 빗물이 흐르는 것을 펜을 이용하여 손으로 표식하고 동시에 지형의 위치에 따라 높은 지대에서 낮은 지대로 물이 흘러가는 것으로 답을 대신하였다. 더욱이 한탄강 형성과정에서 물의 근원이 되는 것과 물의 흐름을 그림과 손의 움직임으로 의사를 표현하였다.



1



2



3



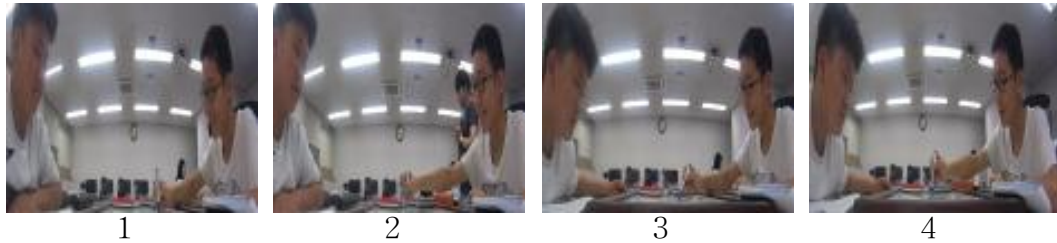
4

#66, (36' 17" ~ 36' 27").

남1 : 처음에는 이렇게 퇴적되어 있었어(1). 그리고 화산이 폭발(2)했고, 비가 내려서 강물이(3)...길이라도 대충 그리고... 물이 이쪽으로 흐르기 시작했다(4).

조별 모델을 단계별로 정리하는 과정에서 보이는 남1 학생의 제스처이다. 첫 번째 스냅 샷은 퇴적되는 모습을 가로로 그리며 손을 좌우로 움직이는 모습이다. 두 번째 스냅 샷은 화산이 폭발하는 모습을 나타내는 것으로 삿갓 모양(Λ)의 형태를 반복적으로 표현하는 것이다. 세 번째 빗물의 지속적인 유입을 뜻하는 것으로 위에서 아래 방향으로 그림을 그리고 손모양도 이처럼 동일한 모습을 보이는 것 마지막으로 빗물에 의해 물의 흐름을 표현하는 것으로서 사선으로의 손의 움직임을 보여주었다. 더욱이 남1 학생은 퇴적되는 모습, 화산 폭발, 빗물 유입, 강물의 흐름과

같이 각각의 단계에서 볼 수 있는 특징을 형상적 제스처를 통해 표현하고자 하였다.



#70, (49' 22" ~ 49' 44").

남1 : 일단 처음에 평지처럼 퇴적층이 있었어(1). 그리고 화산이 이렇게 화산이 파악(2)~ 이렇게 폭발했어. 그리고 그렇게 해가지고...(3)

남2 : 응응

남1 : 어 그렇게 해서 비가 와서 물이 얼고 녹고 하면서 팽창하기도 하고 다시 물이 계속 녹으면서 파였어(4). 이게 반복 되어서 주욱 이어지는 거야.

남1 학생도 초기 평지와 같이 퇴적층의 존재를 펜을 쥐고 손을 좌우로 움직이는 것(1), 화산 폭발을 위로 포물선 모양을 그리며 나타내는 것(2,3)과 마지막으로 비가 내리고 물리적 풍화작용이 있어서 사선으로 펜을 쥐고 손을 움직이는 행위(4)를 한탄강 형성과정에 대한 모델을 설명하기 위해 형상적 제스처를 사용하였다.





#72, (1 12' 08" ~ 1 12' 18").

지도교사 : 각조 모델을 발표하기 전에 조별 모델을 한 번 더 살펴보고 정리하는 시간을 가질 수 있도록 하겠습니다. A조도 완성 했으면 그림이랑 글로 간단하게 정리해서 발표할 때 편하게 하면 좋겠네.

남1 : 우리 조(1)에서 확실한 모델을 간단하게 하자(2). 화산 폭발 모델(3)을 제시하면 뭐 충분히 할 수 있을 듯 해(4).

지도교사는 조별 모델을 완성한 조에게 조별 모델을 발표하기 위해 각 단계별로 정리하는 시간을 추가적으로 제공하였고, 이 때 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 화산 폭발 모델로서 한탄강 형성과정을 설명할 수 있다고 언급하면서 손을 상하로 움직이는 것을 보여줌과 동시에 양손을 둥근 모양을 그리며 앞으로 뺀 모습을 볼 수 있었다. 손을 상하로 움직이는 것(1,2)과 둥근 모양을 그리며 화산 폭발(3,4)이라고 하는 확실하게 주장할 수 있는 모델을 표현하였다.

다) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#73, (1 18' 00" ~ 1 18' 40").

남1 : A조 발표를 시작하겠습니다. 저희 조는 우선 옛날에 퇴적층 형성에 있어서 우리가 미고결 퇴적층에서 본 것과 같이 퇴적되어 있는 상

황이 존재하고 있었고(1), 그 전에는 선캄브리아 시기 변성암이 있었거나 했을 겁니다(2). 그리고 그 다음에 우리가 또 화성암을 보았는데 화산 폭발이 있었던 것으로 생각됩니다. 그리고 화산 폭발(3)이 하면서 또 여러 개의 층이 함께 퇴적되어 생성되었을 것이고 그리고 강이 형성되기 위해서 비가 내려서 물에 의해서 침식이 일어나고 또 화산 폭발이 있어서 물과 접촉되는 부분에서 베개용암이 형성되는 등의 과정이 반복되면서(4) 한탄강이 형성되었다고 생각합니다.

A조 중간 모델을 발표할 때 발표자가 보여준 제스처이다. 첫 번째 선캄브리아 시대에 변성암이나 혹은 퇴적층이 존재하고 있는 상황을 설명할 때 손으로 해당 설명 부분을 가리키고 퇴적된 층을 가리키는 모습이다(1,2). 두 번째 그 다음에 야외 답사 단계에서 관찰한 화산암을 근거로 하여 화산 폭발이 있었다고 언급하면서 화산 폭발 그림을 가리키고 손을 아래에서 위로 올리는 것으로서 화산 폭발 모양을 나타냈다(3). 세 번째 화산 폭발로 인한 퇴적층이 생성될 때 손을 좌우와 상하로 차례대로 움직이면서 퇴적층의 생성되는 것을 표현한다. 마지막으로 손을 뻗어서 침식이 되어 깎여 나가는 것을 표현하였다(4). 중간 모델 발표 과정에서 발표자는 각각의 단계에서 음성 언어를 수반하여 지시적 제스처와 형상적 제스처를 동시에 사용함으로써 자신의 조 모델을 발표하였다.



#74, (1 45' 14" ~ 1 46' 24").

남1 : 좌상바위와 아우라지에서 관찰한 것을 바탕으로 발표를 하고자



합니다. 첫 번째 단계는 퇴적층이 먼저 존재하고 있었습니다(1). 그건 선캄브리아기 변성암이나 오래전부터 쌓여온 퇴적층입니다. 두 번째 단계는 화산 폭발입니다. 화산 폭발이라고 주장하는 이유는 우리가 그 주변에서 현무암, 응회암을 관찰하였고, 그것을 증거로 사용하였습니다(2). 세 번째는 풍화나 침식 작용입니다. 그리고 화산 활동은 반복적으로 있었는데 아우라지에서 베개용암이 관찰되는 것과 그리고 풍화나 침식은 베개용암에서 봤던 구멍 같은 것들을 보았는데 그것을 보아 풍화나 침식이 꾸준히 일어났을 것이라고 생각합니다(3,4). 그렇기 때문에 한탄강은 화산 폭발로 인해서 형성되었을 것이라고 생각합니다.

최종 조별 모델을 발표할 때 발표자 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 중간 조별 모델 발표 때와 마찬가지로 발표자는 현상을 직접적으로 가리키는 지시적 제스처를(1,2) 보여주었으며 세 번째와 네 번째 스냅 샷에서는 침식 작용에 관해 언급할 때 손을 쓸어내리는 움직임을 추가하여 나타냈다(3,4). 최종 조별 모델 발표 과정에서 발표자는 각각의 단계를 가리키는 행위로서 지시적 제스처를 보여주었을 뿐만 아니라 각각의 단계에서 일어난 사건을 기술하기 위해서 음성 언어가 함께 동반된 형상적 제스처를 사용하였다.

A조 학생들이 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에서 지시적 제스처 11개, 형상적 제스처 11개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 2개 사례가 있었다. 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델링 과정에서 지시적 제스처는 조별 모델에 반영해야 하는 내용을 직접적으로 가리키는 행위로서 많이 사용하였다. 예를 들어 지시적 제스처는 조별 모델을 설명하기 위한 각각의 단계에서 학생들이 관찰한 것 혹은 과학적 내용을 추가할 때 나타났다. 중간 조별 모델 발표 후 조 모델을 수정하는 과정에서 필요로 하는 요소들을 최종 조별 모델에 반영하기 위해 음성 언어를 수반한 지시적 제스처가 나타났다. 형상적 제스처는 한탄강이 현재와 같은 모습을 보이기까지의 과정을 설명하기 위해 학생

들이 현재가 아닌 과거 시점에서 학생들이 직접 눈으로 관찰할 수 없지만 과거에 있었던 사건들을 야외 답사 단계에서 관찰한 것을 증거로 활용하여 조 모델에 반영하고자 하였다. 형상적 제스처는 때때로 음성 언어를 수반하지 않고 나타나기도 하였다. 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 A조 학생들은 화산 폭발을 근본적인 사건으로 제시하며 한탄강이 만들어지기까지의 과정을 3단계 혹은 4단계로 구분하여 기술하였다. 더욱이 A조 학생들이 보여준 형상적 제스처는 야외 답사 단계에서 관찰하였던 미고결 퇴적층, 현무암, 응회암, 화강암, 편마암, 베개용암 등을 화산 폭발 모델을 주장하기 위해 근거로 사용하면서 각각의 단계를 설명할 때 나타났다. 이 형상적 제스처는 과거에 있었던 사건을 시각화 하였다. 그리고 중간 조별 모델 발표와 최종 조별 모델 발표에서는 발표자가 지시적 제스처와 형상적 제스처를 동시에 사용하기도 하였다. 중간 조별 모델과 최종 조별 모델을 발표할 때는 다른 조 학생들에게 자신의 조 모델을 설명해야했기 때문에 구체적으로 지시하는 행위와 일련의 사건 혹은 과정을 자세히 표현하기 위해 시각화 하는 움직임이 필요했을 지도 모른다. 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 A조 학생들은 지시적 제스처와 형상적 제스처를 사용했다.

한탄강 야외지질답사에서는 절대적으로 지시적 제스처가 높았던 것과 비교해 보면 과학적 모델 및 모델링 과정에서 형상적 제스처의 비율이 절대적으로 높아졌다. A조 학생들은 야외 답사 단계에서 전석을 관찰하고 암석 표본과 비교 및 대조하는 활동, 부정합과 습곡 등과 같은 지질학적 구조를 관찰하고 스케치 하는 활동, 베개용암을 관찰하는 활동, 주상절리의 유형을 나누어보고 비교 관찰하는 활동 등과 같이 다양한 암석 지질구조 등을 학생들이 직접 관찰하였기 때문에 학생들에게서 지시적 제스처의 빈도가 높았다. 반면에 과학적 모델을 만들 때는 학생들이 관찰하는 활동이 아니라 한탄강 형성과정에 대한 학생들의 개인의 생각에서부터 조원들과 의견을 상호 교환하고 함께 모델을 발달시켜야 했기 때문에 구체적으로 어떤 것을 가리키는 행위뿐만 아니라 학생들의 생각을 표현하기 위한 수단으로서 형상적 제스처를 함께 사용하였다.

관악산과 한탄강 야외지질학습에서 A조 학생들이 보여준 제스처는 다음과 같다. 지시적 제스처 49개, 형상적 제스처 25개, 묘사적 제스처 1개, 2개 이상 복합적으로 나타난 제스처 7개이다. 세부적으로 살펴보면 관악산과 한탄강 야외지질답사에서는 지시적 제스처 26개, 형상적 제스처 2개, 묘사적 제스처 1개, 2개 이상 나타난 제스처 1개이다. 과학적 모델 및 모델링 과정에서는 지시적 제스처 14개, 형상적 제스처 23개, 묘사적 제스처 1개, 2개 이상 나타난 제스처는 6개이다.

야외지질답사에서는 지시적 제스처의 비율이 가장 높았던 반면 과학적 모델 형성과정에서는 형상적 제스처의 비율이 가장 높았다. 관악산과 한탄강 형성과정을 주제로 하여 진행하였던 두 차례의 야외지질학습에서 주제가 달랐기 때문에 절대적인 개수로서 빈도의 차이가 있었지만 A조 학생들이 야외 답사 단계에서 사용한 제스처의 빈도의 경향성은 유사하였다. 반면에, 제스처의 종류와 빈도가 야외지질답사와 같은 야외 학습 환경과 과학적 모델 및 모델링을 실행하는 단계에서는 각각 지시적 제스처와 형상적 제스처가 가장 많이 사용된 것처럼 다른 경향성을 보였다.

## 나. B조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사

관악산 야외지질답사에 참여한 B조 조원은 여자 2명과 남자 1명이  
다.<sup>5)</sup>

#### 가) 지시적 제스처



1



2



3



4

#75, (01' 15" ~ 01' 39").

인솔교사 : 자, 지금 관찰하는 거 무엇인 것 같은..

여1 : 화강암이요(1).

지도교사 : 화강암, 그렇게 판단한 이유는?

여1 : 왜냐하면 안에 석영?(2) 석영 결정 같아 보이는 것이 있는 것  
같고(3)...

지도교사 : 있으니까, 응.

여1 : 그리고 색깔이라든지 울긋불긋한 게 화강암인 것 같아요(4). 그  
런데 위에는 때가 끼어가지고, 때가 있어서 이게, 검정 게 흑운모인지 때  
인지.....

지도교사와 연구 참여자들이 답사 장소에 도착하고 나서 B조 학생들

---

5) B조 참여자의 경우 여1, 여2, 남1로 명명하여 (이하) 작성하였다.

은 자신의 서 있는 위치 근처에서 볼 수 있는 것부터 관찰하기 시작하였다. 스냅 샷은 여1 학생이 자신이 서 있는 자리에서 밟고 있는 암석을 관찰하는 장면이다(1). 여1 학생은 지도교사와 질문과 응답을 반복하였다. 여1 학생이 관찰하는 암석에서 석영과 흑운모와 같은 광물을 근거로 (2,3) 자신이 관찰한 암석이 화강암이라고 주장하였다(1). 구체적으로 지시적 제스처는 여1 학생이 관찰한 석영 결정과 흑운모를 가리키는 행위이다.



#77, (05' 45" ~ 05' 57").

지도교사 : 뭐가 보여?

남1 : 그냥 여기(1) 색깔만 다른 것 같기도 하고

지도교사 : 어, 색깔이 다른 것 같기도 하고

남1 : 이거(2) 다른 돌이에요?

지도교사 : 어떤 거랑 어떤 거?

남1 : 애(3)랑 애(4)요.

지도교사 : 네가 보기에어는 어때? 다른 것 같애 같은 것 같애?

남1 : 흠.....

남1 학생은 자신이 밟고 있는 곳에서 검정색으로 보이는 부분과 밝은 색으로 보이는 부분을 계속해서 관찰하고 있었다. 지도교사는 먼저 남1 학생에게 다가가서 관찰하고 있는 것에 대해 질문하는 것으로 시작하였다. 남1 학생은 검정색과 밝은 색의 경계를 직접 손으로 가리키며 두 암

석이 다른지 교사에게 질문도 하였다(1,2). 스냅 샷은 밝은 부분(3)과 어두운 부분(4)을 가리키는 것으로서 지시적 제스처를 나타내는 것이다. 지시적 제스처는 남1 학생의 자리에서 밝은 부분과 어두운 부분을 찾아서 가리키는 행위이다.



#80, (07' 52" ~ 07' 57").

여1 : 이곳이 전부 다(1,2,) 화강암인 것 같아요.

지도교사 : 건너편은?

여1 : 저기 건너편도 그렇고(3,4)

여1 학생이 관찰하는 지점은 하나의 암체, 화강암이 존재한다고 주장하였다(1,2,). 지도교사가 여1 학생에게 건너편은 어떤지 묻자 건너편을 손으로 가리키며 건너편 지점도 화강암(3,4)으로 되어 있다고 언급하였다.



#83, (17' 53" ~ 18' 03").

지도교사는 학생들이 관찰하는 암석을 판단할 수 있는 근거를 제공하기 광물 표본과 광물을 제공하였다. 지도교사는 계곡의 모래를 가져와서 학생들과 공유하였다. 학생들은 직접 모래에서 광물을 찾고(1,2) 광물 표본을 비교 및 대조하는 활동에 참여하였다. 남1 학생은 계곡의 흙과 광물 표본의 일부분을 손으로 가리키는(3,4) 지시적 제스처를 보였다.

B조 학생들은 손으로 광물을 직접 골라서 분류하는 활동을 하였다. 남 1 학생 뿐만 아니라 여2 학생도 광물을 손으로 가리키거나 광물을 고르고 손바닥에 옮기는 등의 움직임은 보여주었다.



1



2



3



4

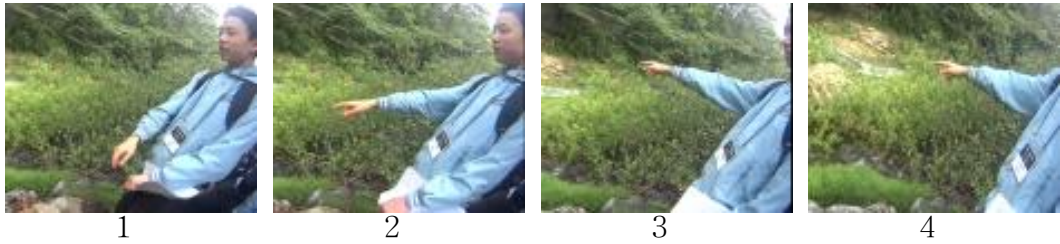
#86, (02' 02" ~ 02' 07").

여1 : 쌤 여기가요(1), 여기까지가 돌이예요?(2)

지도교사 : 응, 여기도 다 돌이긴 해. 우리가 관찰한 암석들이야.

여1 : (여2에게)저기(3)도 다 돌이야(4).

계곡 하류로 명명한 곳에서 B조 학생들이 암석을 관찰하는 모습이다. 손으로 바로 앞에 있는 암석(1,2)과 건너편에 있는 암석을 가리키며(3,4) 질문할 때 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 여1 학생은 잘 보이지 않는 곳의 암석과 그리고 건너편에서도 관찰 가능한 암석을 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#87, (05' 51" ~ 05' 55").

남1 : (1) 저기(2)에 많이(3) 갈라진 게 있어요(4).

지도교사 : 왜 저렇게 많이 갈라진 게 있을까? 고민해보자.

남1 학생은 건너편에 보이는 수평절리를 손으로 가리키는 것(1,2,3,4)으로서 지시적 제스처를 보였다. 지도교사가 남1 학생이 가리킨 곳을 같이 보고 어떻게 암석에 많은 틈, 갈라짐이 생겼는지 의문을 가졌다.

나) 묘사적 제스처



#88 , (07' 48" ~ 07' 51").

여1 : 여기는 전체적으로 하나로 이루어진 것 같아요(1,2). 전체가 화강암으로 되어있는 것 같고(3) 틈틈이 갈라진 거랑 넓게 분포하고 있고 뭐 전반적으로 다 연결된 것 같아요(4).



지도교사에게 여1 학생이 다가와서 현재 우리가 있는 이곳이 전체적으로 하나의 덩어리로 이루어진 것 같다고 표현할 때 보여주는 묘사적 제스처이다. 지도교사는 학생들에게 암석을 관찰할 때 작은 단위로도 관찰함과 동시에 우리가 보는 이 지역을 조금 넓은 스케일로도 볼 것을 제안하였었다. 이때 여학생이 보여준 제스처는 양손을 펼쳤다고 모으고(1,2) 왼 손을 위로 올렸다가(3) 내리면서(4) 전체적으로 현재 이곳이 하나의 암체로 이루어진 것을 표현하였다.



#89, (21' 32" ~ 21' 37").

지도교사 : 여기 광물이 어떻게 만들어졌는지도 함께 고민해 봅시다.

남1 : 이런 바위들이 다 침식되어서 광물이 되는 거 같아요(1,2,3,4).

지도교사는 광물 분류 활동을 끝난 학생들에게 우리가 관찰한 광물이 현재 왜 이 곳에 존재하게 되었는지 질문을 하였다. 이때 남학생은 반복적이면서 점진적으로 큰 형태의 원을 그리면서(1,2,3,4) 이곳의 장소를 강조함과 동시에 암석에서 침식하여 만들어졌다고 답하였다. 스냅 샷은 남 1 학생이 바위를 지칭하며 원의 형태로 손을 움직이며 노두에 있는 암석을 묘사하였다.

다) 지시적 제스처와 묘사적 제스처



1



2



3



4

#91, (06' 22" ~ 06' 30").

지도교사 : 이게 왜 화강암인 것 같아? 이게?

남1 : 여기 화강암(1)이 일단 흰색? 밝은 색(2) 바탕에 이게(3) 검정  
게 박혀 있고(4)...

지도교사 : 색깔을 기준으로?

화강암이라고 판단하는 이유에 대해 질문하였을 때 학생이 보여준 지  
시적 제스처와 묘사적 제스처이다. 첫 번째 스냅 샷은 오른 손으로 화강  
암을 가리킨다(1). 지도교사가 왜 화강암인 것 같은지 이유를 묻자, 오른  
손으로 화강암을 가리키다가(1) 손을 위로 올려 좌우로 움직이며 흰색,  
밝은 색(2,3)이 대다수로 존재하고 있다고 언급하면서 손을 좌우로 움직  
이고 마지막에 검정색 점을 찍듯이 손목을 앞뒤로 움직이며(4) 화강암의  
특징이 되는 모습을 손으로 그렸다.



1



2



3



4

#92, (23' 17" ~ 23' 22").

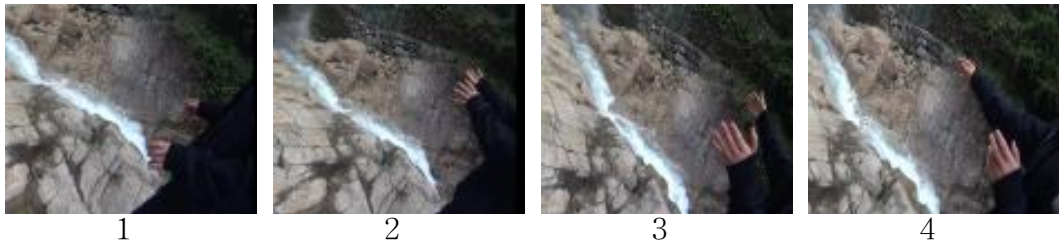
지도교사 : 여긴 뭐 재밌는 거라도 있니?

여1 : 예?

지도교사 : 여기서 뭐 본거야?

여1 : 아, 그냥 여기(1) 이런 것들이(2,3) 쪽~ 갈라져 있어서요(4).

여1 학생은 기존의 관찰하는 곳이 아닌 다른 곳으로 이동하여 지도교사가 여1 학생을 뒤 따라가서 질문하였다. 여 1학생은 자신이 관찰한 것에 대해 암석이 갈라진 곳을 손으로 가리키고(1) 양손을 모으고 교차하였다가(2,3) 양손을 뺄으면서(4) 암석이 갈라진 지역에 대해 묘사하였다.



#93, (23' 34" ~ 23' 43").

여1 : 여기(1)랑 여기(2)가 또 나뉘져 있는 게(3) 여기 물이 내려오면서 패인 것 같고(4)...여기서 튜브타고 내려가면 진짜 재밌겠어요.

지도교사 : 하하하

계속하여 여학생은 현재 서있는 곳과 반대편의 암석이 모두 갈라져있지만 건너편에 있는 암석은 일부 다른 색을 보이기도 함과 동시에 물의 흐름 때문에 깎여서 두 곳으로 나뉘진 것 같다고 설명하였다. 이때 양손을 모으고 펼치기를 반복하였고 오른손은 물의 흐름과 동일한 방향으로 뻗었다. 스냅 샷은 두 곳의 지형을 가리키는 것(1,2)과 물의 흐름을 묘사하는 것(3,4)을 나타냈다.

관악산 야외지질답사에서 지시적 제스처 13개, 묘사적 제스처 3개, 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례 3개가 있었다. 지시적 제스처는 학생들이 관찰하는 물체를 가리키는 행위, 위치를 지칭하는 행위로 사용되었다. 묘사적 제스처는 학생들이 관찰하는 암석 혹은 계곡의 모습을 시각적으로 표현하였다. 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 모두 나타난 사례에서는 암석, 구조 등을 지칭함과 동시에 현재와 같은 모습을 시각화하여 나타냈다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에서 B조 학생들이 보여준 제스처는 다음과 같다.

### 가) 지시적 제스처



#94, (24' 55" ~ 25' 03").

여1 : 빨간 색은 마그마(1)로 하고 검정색은 설명(2), 그리고 여기서 (3)부터 지질시대를 쓰는 거로 하자(4).

B조 중간 조별 모델에 대한 작성을 시작할 때 여1 학생은 지질시대 순으로 작성하자고 제안하면서 손으로 각각의 위치를 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다.



#98, (1 21' 40" ~ 1 21' 44").

남1 : 다시 그럼 포획암은 어떻게 된다고 한 거지?(1)

여1 : 포획암은 기본적으로 관입인데, 여기서(2) 이렇게 관입하면서 밝은 거(3)랑 어두운 게(4) 이렇게 생겼어.

포획암이 만들어지는 과정에 대해서 여1 학생이 설명할 때 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 관입되는 것으로서 설명하고자 하였고 포획암의 위치를 왼손으로 가리킴(2)과 동시에 두 암석의 경계가 되는 지점을 지속적으로 가리켰다(3,4). 이 지시적 제스처는 관입으로 생성되는 포획암을 가리키고 그 경계가 되는 지점을 알려주는 행위이다.



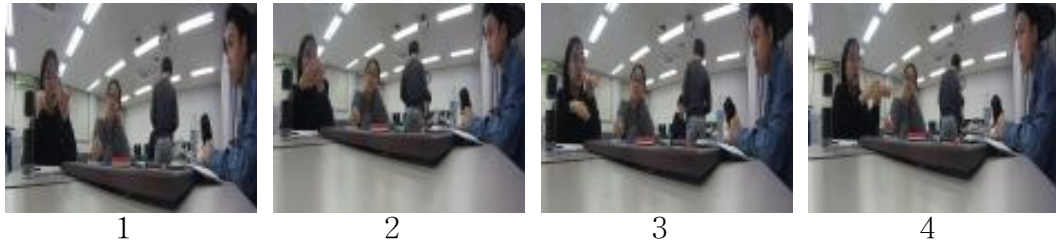
#99, (1 33' 08" ~ 1 33' 11").

여1 : 원래 있던 변성암의 틈 사이로 관입을 하게 됩니다(1). 시간이 경과되어서 풍화와 침식을 받고(2) 이렇게(3) 원래 있던 영역이 없어지고 이게 겹으로 보이는 것과 같이 포획암도 만들어집니다(4).

포획암의 형성과 풍화 침식의 과정을 설명할 때 발표자 여1 학생이 보여준 지시적 제스처이다. 포획암이 생성되는 지역을 손으로 가리킴(1)과 동시에 관입에 의해서 만들어진다고 언급하였다. 풍화와 침식 작용이 일어난다는 문구를 가리키고(2) 암석의 경계면을 따라서 계속하여 손으로 이어나갔다(3,4). 이 지시적 제스처는 포획암이 형성되는 위치, 시기, 그리고 풍화와 침식 작용이 일어나고 현재와 같이 관찰될 수 있는 과정

을 가리키는 행위로서 나타났다.

#### 나) 형상적 제스처

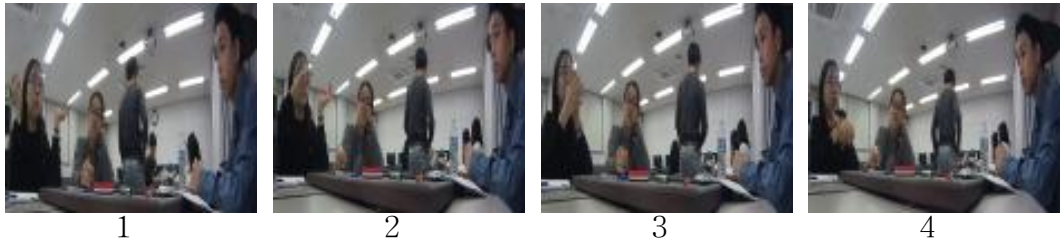


#101, (23' 02" ~ 23' 11").

여1 : 나는 일단 살짝 그렇다고 생각해. 이게 그 쥘라기 시대의 화강암이라고 하잖아(1). 편평한 지반(2)과 언덕이 있던 지반에 단층(3)이 있었고 그 지반에는 쥘라기 이전에 생긴 변성암들이 있었겠지(4).

여학생이 자신의 개인 모델을 발표할 때 보여주는 제스처이다. 양손을 아래로 내리며 편평한 지반(1,2)을 나타냄과 동시에 지질시대와 대표 암석을 언급하는 것으로 첫 번째 단계를 설명한다. 두 번째 초기 상태에서 지반과 단층 등을 이야기 하며 양손을 좌우로 펼쳤다가 모으는 손동작을 보여주었다(3,4). 더욱이 단층과 같이 특정 구조의 유무를 설명할 때 오른손을 사선방향 아래로 표현했다. 지반에 또 다른 암석의 존재는 이전 지질시대를 언급하는데 이 때 양손 모두를 왼쪽으로 움직이며 시간을 거슬러 가는 상황을 나타냈다. 이 장면에서 여1 학생이 보여주는 형상적 제스처는 관악산 형성과정을 설명하기 위한 기초 단계로서 과거에 있었던 상황, 모습 등을 이미지화 하는 것으로 사용했다.





#102, (23' 15" ~ 23' 25").

여1 : 거기에서 화산이 뚫고 올라오면서(1) 변성암이 극소량이 존재하게 되고(2), 그 표면에, 올라온 것들만(3) 그리고 나머지는 지하 내부에서 (4)마그마가 되어서 성격이 바뀌고, 식어서 암석이 되었을 것이다.

개인 모델을 설명하는 단계 중 이어서 여1 학생은 양손을 위로 올리는 것으로 화산이 지표를 뚫고 올라오는 것을 표현하였다(1). 용암의 열, 온도 때문에 변성암이 극소량이 존재하는 것을 오른손을 옆으로 살짝 뻗으며 표현하였다(2). 지표에서 암석이 굳은 것을 표현할 때 양손 손바닥을 맞닿았다(3). 지하에서 마그마가 식으면서 암석이 생성되는 것을 표현할 때 양손을 아래로 가리키며 교차하는 것(4)을 보여주었다.



#106, (33' 41" ~ 33' 46").

여1 : 수직 운동(1)은 선을(2) 수평 운동(3)은 춤을 노래 가사 같이 할 수 있겠다(4). 울동도 같이 해야 좋은데...



여2 : LG 사이언스 송처럼

여1 : 어 맞아.

수직적인 움직임과 수평적인 움직임을 나타낼 때 여1 학생이 보여주는 형상적 제스처이다. 양손을 위아래로 움직이는 것(1,2)으로 수직적인 움직임을 보여줄 뿐만 아니라 양손을 좌우로 움직이는 것(3,4)으로 수평적인 움직임도 함께 나타냈다. 더욱이 이 형상적 제스처는 LG 사이언스 송이라고 해서 LG 사이언스랜드 과학 UCC 공모전에서 과학 노래와 관련된 것이 많았는데 거기서 봤던 것처럼 산의 수직적인 움직임과 수평적인 움직임에 리듬을 넣어서 마치 노래를 부르면서 산의 움직임을 함께 형상화 하는 것을 여1 학생이 보여주었다.



1



2



3



4

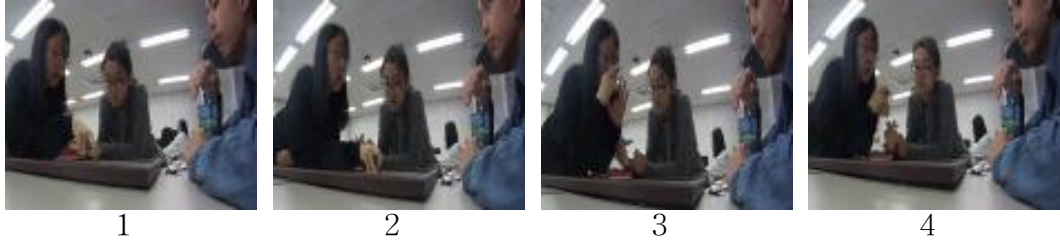
#107, (36' 55" ~ 33' 57").

여2 : 그런데 화강암의 수직 움직임은 왜 일어나?

여1 : 지구 내부의 힘(1,2)으로 이렇게(3) 올라간다고(4) 하면 돼.

중간 조별 모델을 작성하는 중에 화강암의 수직적인 움직임에 대한 근원을 여2 학생이 질문하였다. 여1 학생은 지구 내부의 힘(1,2)으로 올라간다(3,4)고 언급하면서 동시에 양손을 모았다가 위로 올리는 동작을 반복하였다. 스냅 샷은 지구내부의 힘을 받아서 융기하는 과정을 설명할 때 보이는 형상적 제스처이다.

다) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#110, (31' 48" ~ 32' 03").

남1 : 근데 변성암은??

여1 : 기존에 여기(1) 변성암이 있었는데 변성암 내부(2)에서 마그마가 올라오면서(3), 치고 올라와서 내부에서 천천히 식어서(4) 화강암이 만들어졌는데 시간이 지나면서 표면 부분이 풍화와 침식이 되면서 화강암이 드러났다.

남1 : 그럼 변성암은 어디 있어?

여1 : 옆에 여기 있잖아.

변성암이 처음에 존재하고 있었다는 것을 시작(1,2)하며 여1 학생이 손으로 해당 그림을 가리킨다. 화산폭발이 아닌 마그마가 식어서 화강암이 형성된다는 모델을 수정 제시하며 마그마가 식는 과정에서 양손을 위로 올려서 둥글게 만들었다(3,4). 여1 학생은 마그마가 식으면서 암석이 만들어지는 과정을 손의 움직임으로서 형상화 하였다. 마지막으로 내부에서 식어서 화강암이 만들어지고 난 이후 시간에 대해 언급했는데, 표면 부분에서 풍화와 침식 작용이 일어나는 것을 손으로 가리켰다.



#114, (1 32' 57" ~ 1 33' 02").

여1 : 여기 제일 밑(1)에 있던 마그마가 식어서(2) 화강암이 만들어집니다. 여기서 상승 운동(3)을 하면서 압력이 낮아지고(4) 온도가 낮아지면서 절리가 생성됩니다.

B조의 최종 조별 모델을 발표할 때 발표자 여1 학생이 보여준 지시적 제스처와 형상적 제스처이다. 마그마가 아래에서 식을 때 손으로 그 위치를 가리켰다(1,2). 오른손을 위로 올리는 것으로 융기하는 과정을 나타냈으며(3) 양손을 교차하고 아랫방향으로 내리는 것으로 압력이 감소하는 것을 표현하였다(4). 이 지시적 제스처와 형상적 제스처는 절리가 형성되는 과정을 설명함에 있어서 그 위치와 생성기작에 대한 움직임을 표현하였다.

관악산 형성과정에 대한 B조의 과학적 모델 및 모델링에서 21개의 장면이 있었다. 지시적 제스처 7개, 형상적 제스처 9개, 지시적 제스처와 형상적 제스처 두 가지 제스처가 동시에 나타난 5개 사례가 있었다. 지시적 제스처는 지질시대, 암석, 현상 등을 설명하기 위해 특정한 것을 가리키는 행위로서 사용되었다. 형상적 제스처는 관악산 형성과정을 설명하기 위해 과거에 있었을지도 모르는 현상에 대한 학생들의 추론의 과정에서 나타났다. 예를 들어 중생대 쥐라기 시대 이전에 변성암이 존재하고 있는 상황, 마그마가 식어서 화강암이 형성되는 과정, 지대의 융기, 풍화 및 침식과정 등 관악산 형성과정을 설명하기 위해 필요로 하는 각

각의 단계를 설명할 때 형상적 제스처로 표현하였다. 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 경우에는 중간 조별 모델 혹은 최종 조별 모델을 발표함에 있어서 특정한 것을 가리키는 행위와 각각의 단계를 설명할 때 두 가지 이상의 제스처가 동시에 나타나기도 하였다. 혹은 조별 모델을 최종적으로 정리하는 단계에서 각 조원들이 상호간 발표 내용을 정리하는 상황에서 질문과 응답을 할 때 두 가지 이상의 제스처가 나타나기도 하였다. 과학적 모델 및 모델링에서는 과거에 있었던 상황에 대한 서술이 필요했기 때문에 형상적 제스처가 가장 많이 나타났을지도 모른다.

관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링을 비교하면 야외지질 답사 단계에서는 야외 단계에서 관찰하는 것에 대한 묘사를 강조하는 제스처가 있었던 반면 과학적 모델 및 모델링 과정에서는 현재에 대한 묘사 대신에 과거에 있었을지도 모르는 일련의 단계를 표현하기 위한 형상적 제스처가 있었다. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 두 상황 모두 고려하였을 때 지시적 제스처 20개, 형상적 제스처 9개, 묘사적 제스처 3개, 지시적 제스처와 형상적 제스처 혹은 지시적 제스처와 묘사적 제스처 8개가 있었다. 지시적 제스처는 두 상황 모두 특정 물체, 방향 등을 구체적으로 가리키는 행위였고 묘사적 제스처는 야외 답사 단계에서 야외에서 관찰 가능한 것을 표현하였다. 형상적 제스처는 과거 상황을 학생들의 추론의 과정에서 나타났을 뿐만 아니라 과거에 있었던 사건을 이미지화 하였다. 마지막으로 두 가지 이상의 제스처가 동시에 나타난 경우에는 야외 답사 단계에서 특정 지형과 그 특징을 함께 표현하였다. 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 과학적 모델 및 모델링에서는 과거에 있었던 상황을 학생들이 지칭하며 그 상황을 구체적으로 표현할 때 사용되었다.

### 3) 한탄강 야외지질답사

한탄강 야외지질답사에 참여한 조원은 여자 3명, 남자 1명으로 총 4명이다.

#### 가) 지시적 제스처

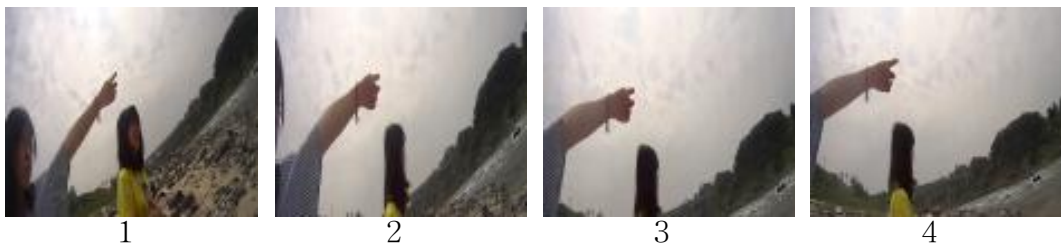


#116, (18' 26" ~ 18' 31").

지도교사 : 여1 학생이 스케치 한 것에 대해서 한 번 말해줄 수 있니?

여1 : 일단 왼쪽(1) 저기(2)는 이렇게(3) 선을 그을 수 있어요(4).

지도교사는 관찰 기록장에 스케치를 끝낸 여1 학생에게 강 건너편에 보이는 지질 구조에 대해 이야기 해 볼 것을 권유한다. 여1 학생은 육안으로 보기에 강 건너편의 노두를 두 곳으로 나눈 후(1,2) 오른쪽을 중심으로 노두를 따라서 눈에 보이는 구조를 가리켰다(3,4).



#120, (28' 06" ~ 28' 19").

지도교사 : 햇빛에 비치면 더 이쁘지.

여3 : 여기 물이 뭔가 초록색이네요.

지도교사 : 응

여1 : 썸 저기(1)는 높아서(2) 떨어지는 절벽(3)처럼 되어 있는데 이쪽은(4) 그렇지 않아요.

학생들과 지도교사가 자유롭게 관찰하기도 하고 이야기를 하는 중에 여1 학생이 강 건너편에 있는 두 지형을 비교할 때 보여주는 지시적 제스처이다. 강 건너편에 있는 지형을 관찰자 기준으로 왼쪽과 오른쪽으로 구분(1)하고 한쪽은 비교적 지형이 높아서(2) 떨어지는 절벽(3)과 같고 다른 쪽(4)은 그렇지 않다고 언급하였다. 이 지시적 제스처는 강 건너편에서 끊겨있는 지형을 손으로 가리킴과 절벽과 같이 아래로 떨어지는 곳을 가리키는 움직임이었다.



1



2



3



4

#122, (34' 26" ~ 35' 32").

지도교사 : 이암은 종류가 퇴적암이지.

여3 : 안쪽(1)에 이건(2) 뭐예요?

지도교사 : 어떤 거?

여3 : 이건데(3), 이게 뭔지 모르겠어요(4).

학생들은 암석 표본과 학생들이 가져온 전석을 비교 및 대조한 이후에 화성암, 퇴적암, 변성암 중에 하나로 분류하는 활동에 참여할 뿐만 아니라 자신이 가져온 전석의 이름이 무엇인지 탐색하도록 하였다. 앞서 강 건너편에 습곡이나 부정합과 같은 구조를 관찰할 때 적극적인 참여가 부족했던 학생도 분주하게 많은 움직임을 보여주었다. 그 예시 중에 하나로서 B조 여3 학생의 제스처 중 일부이다.

처음 다른 남학생이 가져온 전석을 같이 보고 난 후 바로 자신이 가져온 전석(1)을 가리키며 화성암, 퇴적암, 변성암 중에 하나로 분류하는 활동에 참여하였을 뿐만 아니라 암석에서 볼 수 있는 줄무늬 구조에 호기심을 보였다(2,3,4). 자신이 가져온 전석을 손으로 가리키고 줄무늬 구조가 무엇인지 색을 기준으로 구분하는 과정에서 지속적으로 손으로 가리키는 것을 볼 수 있었다.



#123, (36' 58" ~ 37' 06").

지도교사 : 그림 먼저 화성암, 퇴적암, 변성암 중에 어떤 것으로 분류할 수 있는지 한번 해보자. 전석에서도 줄무늬 구조가 많았으니까 그거랑 비슷한 걸 한번 찾아볼까?

여3 : 흠...어 이런 거?(1,2,)

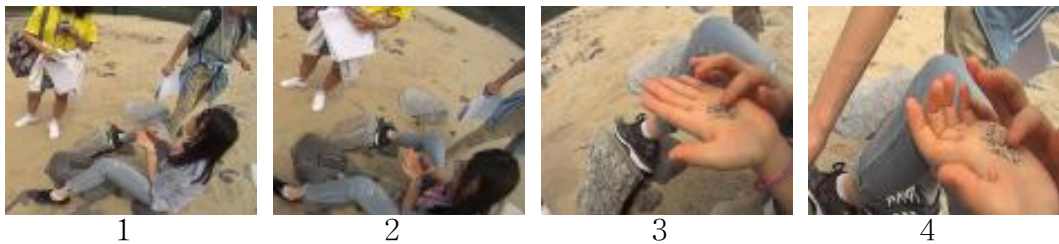
지도교사 : 그게 몇 번이지? 이름이 뭐지?

여3 : 5번(3), 흑운모 편암(4)

암석 표본과 전석을 직접 비교 및 대조하는 과정에서 여3 학생이 보



여준 제스처이다. 여3 학생은 전석의 특징 중 줄무늬 구조가 많은 것을 착안하여 암석 표본에서 육안으로 보기에 이와 비슷해 보이는 것을 찾아 보았고(1,2) 변성암 표본 중에서 줄무늬 구조가 있으면서 전석과 비슷한 것을 손으로 직접 가리켰다(3,4). 이 지시적 제스처는 암석 표본과 전석을 비교할 때 암석을 분류하고 그와 유사한 암석의 이름을 찾을 때 사용되었다.



#125, (41' 59" ~ 42' 11").

지도교사 : 이것은 무엇인가요?(1)

여1 : 저 지금 계속 모래를 보면서 이상하게 여길 보면(2) 화강암 같은 게 많이 안 보이는데 그런데 모래 성분을 보면 석영이랑 장석(3,4) 같은데 왜 그런지 생각하고 있었어요.

지도교사 : 화강암도 찾아보면 있지 않을까?

다른 조 학생들도 동시에 암석 표본과 전석을 비교하는 활동에 참여하였는데 그 때 B조 조원과 함께 암석 주변에 앉아서 광물을 찾아보는 활동에 자발적으로 참여 하고 있는 여1 학생의 모습 중 일부이다. 지난 번 관악산 야외지질답사해서 했던 활동과 같이 직접 모래에서 광물을 찾아보고 있었다(1,2). 모래에서 석영이랑 장석으로 보이는 것을 찾았는데(3,4) 주변에는 화강암이 안 보인다고 언급하였고 지도교사는 화강암을 한 번 찾아보는 건 어떨겠냐고 제안하였다. 이 때 여1 학생의 지시적 제스처는 광물을 직접 분류하고 가리키는 행위였다.





1



2



3



4

#127, (44' 41" ~ 45' 23").

남1 : 돌 종류가 많은 것 같아요. 이걸(1) 퇴적암.

지도교사 : 이유는?

남1 : 알갱이도 크고...(2)

지도교사 : 이걸 화강암 같은데, 암석 표본에서 비슷한 거 한 번 찾아 보자(3,4).

남1 학생은 또 다른 작은 암석을 주워 와서 지도교사에게 이걸 퇴적암인 것 같다고 주장하였다(1). 지도교사는 남1 학생에게 퇴적암이라고 생각하는 이유를 묻고 답하는 과정을 거쳤다(2). 남1 학생이 가져온 암석은 기존에 관찰하였던 화강암이었기 때문에 지도교사가 화강암인 것 같다고 먼저 언급하고 암석 표본과 비교해보자고 제안하였다. 남1 학생은 암석 표본으로 가서 여러 종류의 화강암과 직접 암석을 비교해보는 장면이다(3,4).

남1 학생은 이와 같은 상황에서 지시적 제스처를 보여주었다. 자신이 가져온 전석을 가리키는 행위와 전석과 암석 표본을 비교하며 지속적으로 구체적인 암석과 표본을 가리키는 지시적 제스처가 있었다.



#128, (13' 39" ~ 13' 44").

남1 : 저는 일단 여기(1)가 층이 있는 것 같아요(2).

지도교사 : 층? 어떻게?

남1 : 일단 그냥 뭔가 드문드문 돌이 있는데(3) 그 경계로(4) 좀 달라요.

두 번째 답사 장소인 아우라지에서는 배개용암을 관찰할 수 있는 확대 망원경이 있었기 때문에 학생들이 육안으로 볼 수 있을 뿐만 아니라 망원경으로 건너편의 배개용암을 자세히 관찰할 수 있었다. 학생들은 자신이 스스로 관찰한 배개용암을 관찰 기록장에 스케치 하였다. 남1 학생이 자신이 스케치한 배개용암 인근 지역을 설명할 때 볼 수 있는 지시적 제스처이다.

지도교사는 전체적으로 학생들에게 강 건너편에 있는 배개용암과 그 주변부를 관찰하고 스케치 할 것을 요구 하였고 학생들은 스스로 배개용암을 포함한 인근 지역의 특징을 관찰하고 서술하였다. 그 중에서도 첫 번째 남1 학생이 답변할 때 보여주는 지시적 제스처이다. 첫 번째 배개용암을 중심으로 몇 개의 층으로 구분하여 이를 손으로 가리키는 모습이다(1,2). 두 번째 배개용암 아래 경계되는 부분을 손으로 가리키고 물과 접촉되는 부분은 왼손을 뻗으며 가리켰다(3,4).



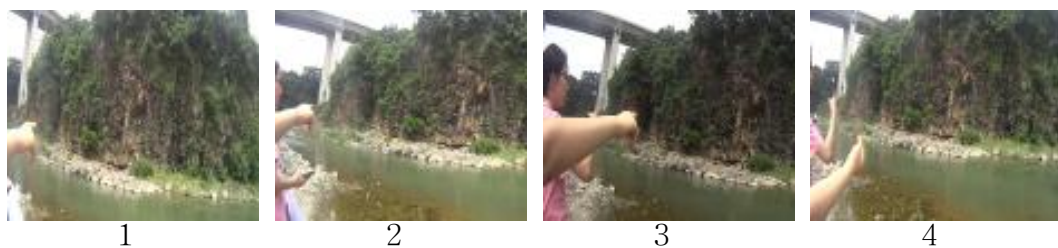
#129, (14' 05" ~ 14' 10").

여3 : 썸 여기(1) 안에 동굴 같은 게 있나 봐요.

지도교사 : 으잉? 동굴이 있다고?

여3 : 네, 여기여기여기(2). 여기 안에 동굴 같은 게 있어요(3).

여3 학생이 육안으로 관찰했을 때 잘 보이지 않던 부분을 확대 망원경을 통해 발견하고 손으로 해당 부분을 가리키는 장면 중 일부이다 (2,3). 동굴이 있다고 표현하였는데 실제로는 베개용암이 침식되어서 안쪽으로 움푹 패인 지형을 뜻하였고 여3 학생은 확대 망원경을 통해서 육안으로 관찰하기 쉽지 않았던 곳을 손으로 가리키는 지시적 제스처를 나타내며 의견을 제시하였다.



#135, (05' 01" ~ 05' 09").

여1 : 왜냐하면 여기를 전체적으로 보면 저기(1) 밑에 보면 저기 지표랑(2), 저기 지표 위(3)에 새로 세워진 듯한 느낌(4). 그래서 이게 지표

위에 새로 만들어진 느낌이에요.

강 건너편의 주상절리는 하나로 되어있다고 주장하면서 동시에 주상절리 가장 아래층(1)과 물 사이에 약간의 간격이 존재(2,3)하면서 떨어져 있는 것 같아 보인다고 하였다. 그렇기 때문에 저곳을 경계로 하여 다르게 존재하고 있다고 응답해주었다(4). 여1 학생은 이때 손으로 주상절리의 가장 아래층(1)과 수면의 경계가 되는 지역(2)을 가리키며 둘 사이의 간극을 보인다고 언급할 때 손가락으로 사이 간격을 나타내었다. 이 지시적 제스처는 주상절리를 전체적으로 하나로 가리키는 것과 주상절리와 지표와의 간극이 존재하는 것을 가리키는 행위로 분류할 수 있었다. 강을 건너서 가까이에서 작은 규모로 관찰을 진행하기 이전에 강 건너편에서 큰 규모로 관찰할 때 여1 학생은 그 차이를 관찰하였다.



#137, (10' 51" ~ 10' 54").

남1 : 세로로 된 모양은 저쪽에 많지 않아요?

지도교사 : 응응 저기 안쪽으로 들어간 곳에 많네.

남1 학생은 주상절리가 세로로 잘린 듯한 모양으로 보이는 것을 가리킴과 동시에 세로로 잘린 모양이 분포하고 있는 위치가 있음을 발견하고 이를 지도교사에게 알림과 동시에 그 위치를 손으로 가리켰다. 이 지시적 제스처는 주상절리를 육안으로 관찰하였을 때의 특징을 나타내는 것임과 동시에 그곳의 위치를 가리켰다.



#139, (23' 11" ~ 23' 15").

남1 : 쌤 근데 이거 여기(1) 아랫부분 맞죠?

지도교사 : 응

남1 : 아까 우리가 용암이 식어서 절리가 만들어지고 했었던 거랑 다르네요. 여긴(2) 퇴적이고.

지도교사 : 응 아래는 퇴적이고

남1 : 그럼 퇴적이 먼저 생기고(3) 그 위에 용암이 나왔겠네요(4).

멀리서 큰 규모로 관찰할 때와 가까이에서 작은 규모로 관찰했을 때의 가장 큰 차이 중에 하나가 바로 백의리층의 존재를 육안으로 관찰하는 것이었다. 큰 규모로 강 건너편에서 관찰할 때는 백의리층이 명확하게 보이지 않았지만 여1 학생을 포함하여 다른 몇몇 학생들도 주상절리의 층을 나누는 과정에서 물과 주상절리의 경계가 되는 지점, 지표와 약간 떨어져 있는 지점이 있다고 언급하는 수준이었던 반면 다리를 건너와 백의리층을 직접적으로 관찰했을 때는 활동지의 그림과 실제 백의리층을 비교하는 과정(1,2,3,4), 많은 종류의 암석이 박혀있는 규칙을 찾는 것으로서 과거에 물의 흐름 또한 추론해보았다. 이 지시적 제스처는 남학생이 백의리층에 대해 실제 관찰하는 곳을 손으로 가리키는 것(2)과 활동지에 백의리층에서 보이는 것(4)을 비교하는 과정에서 나타났다.



#140, (24' 32" ~ 24' 36")

남1 : 그림 퇴적(1)이 먼저 생기고(2) 그 다음에 용암이 흘러가고(3) 그렇겠네요(4).

지도교사 : 그렇겠네.

백의리층이 퇴적되어 생성되었다는 것을 언급하며 손으로 퇴적되는 층을 가로로 움직이며 가리키는 것(1,2)과 그 이후에 용암이 흘렀다는 것을 언급하였다(3,4). 차탄천 인근의 주상절리를 관찰하며 이곳의 지형은 어떻게 지금과 같은 모습이 만들어졌는지 강 건너편의 큰 규모로 관찰하는 것과 강을 건너와서 작은 규모로 관찰하는 것으로부터 퇴적되는 현상과 주상절리가 생성되는 전후관계를 추론해내었다. 이 장면에서 보이는 지시적 제스처는 퇴적되어 형성된 백의리층을 가리키는 행위로서 주상절리가 생성되기 전 단계를 지칭하였다.

나) 형상적 제스처





#141, (07' 45" ~ 07' 53").

지도교사 : 현무암이 돌 종류 중에 어디에 속했는지 기억나니?

여1 : 그, 표면에서(1) 용암이 빠르게 식어서 만들어진 거잖아요(2). 그리고 기체가 빠져나가서(3) 구멍이 생기고 그런 거예요(4).

현무암은 어떻게 만들어졌는지를 여1 학생이 스스로 설명하면서 보이는 형상적 제스처이다. 이 형상적 제스처는 양손을 아래에서 펼치고(1) 손바닥을 위로 향하게 하여(2) 양손을 위로 올린 다음(3) 오른손을 사선을 그리며 옆으로 움직이는 것(4)을 보여준다. 지표에서 용암이 빠르게 식으면서 현무암이 생성된다는 것과 기체가 빠져나가서 구멍이 생기는 것을 함께 언급하였다.



1



2



3



4

#142, (19' 12" ~ 19' 20").

남1 : 처음부터 이곳이 기울어진 곳에(1) 만들어진 것 같지는 않아요.

지도교사 : 만들어진 것 같지 않다고?

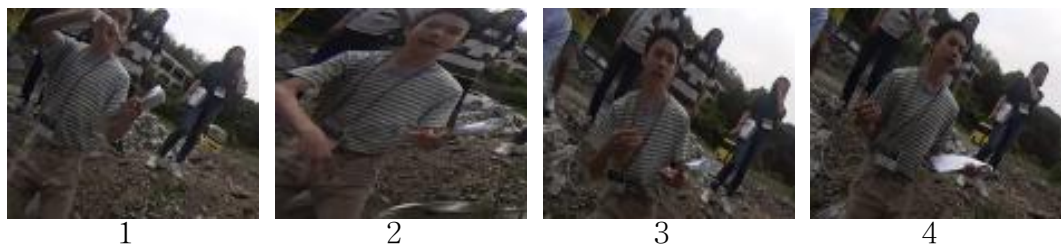
남1 : 네, 이게 이렇게 기울어져 있으면(2) 뭔가 쌓이려고 하면(3) 쌓이면서 아래로 내려오고(4) 편평해 질 텐데 그게 아니니까

지도교사 : 응

남1 학생은 처음 단순히 퇴적되거나 혹은 비스듬한 곳(1,2)에 쌓인 것(3)으로 설명하였다가 다시 자신의 생각이 옳지 않음을 이야기 하는 장

면에서 형상적 제스처를 보였다. 이 형상적 제스처는 강 건너편 지형의 일부를 설명하는 것 중에 하나로서 비스듬한 곳에 퇴적되면 결국에는 편평한 지형이 있어야 하는데 그렇지 않다는 것을 표현하며 기존의 생각이 옳지 않음을 동시에 언급하였다. 이 형상적 제스처는 기울어진 지형을 나타내거나 과거에 퇴적되는 현상을 표현하고자 하였다.

첫 번째 스냅 샷은 기울어진 지면의 상태를 오른손으로 표현하였고 두 번째와 세 번째는 퇴적작용이 있었으면 위의 면은 편평하게 되었을 것이라는 것, 마지막 스냅 샷은 기울어진 면을 다시 나타내는 것으로 기존의 아이디어를 부정하였다. 즉, 단순 퇴적 작용이 일어난 것은 아니라는 의견에 도달하였다.



#144, (09' 38" ~ 09' 45").

지도교사 : 주상절리는 어떻게 생겼을까요?

남1 : 그 마그마(1)가 스윅~(2), 표면 기포(3) 뽕뽕~(4).

주상절리는 어떻게 만들어졌는지에 대한 지도교사가 질문을 하였다. 남1 학생은 단어와 의태어만을 언급하고 손의 움직임으로 그 과정을 설명하였다. 마그마(1)가 스윅(2), 표면 기포(3) 뽕뽕(4) 이라고 언급하였다. 남1 학생이 보여준 제스처를 구체적으로 살펴보면 오른손 손가락을 펴고 위에서 아래로 기둥형태로 길게 내리는 모양을 표현하였고, 표면에서 손가락을 움직이며 기둥 바깥으로 빠져나가는 것을 나타냈다. 이와 같은 움직임은 위에서 아래로 길게 뻗어 있는 주상절리를 나타내고 기포가 식



으면서 빠져나가는 것을 오른손을 중심에서 바깥으로 움직이는 것으로 표현하였다.

#### 다) 묘사적 제스처



#145, (11' 57" ~ 12' 04").

남1 : (1)정확하게 어떻게 그릴지는 모르겠는데(2) 전체적으로 옆으로 (3) 이렇게 꺾인 것처럼 되어있어요(4).

지도교사 : 눈에 보이는 대로 대략적으로 그리면서 천천히 관찰해보는 거지.

남1 학생이 강 건너편에 있는 모습을 관찰하면서 대략적으로 스케치 할 때 보여주는 묘사적 제스처이다. 이 묘사적 제스처는 강 건너편에 있는 지형에 대한 구조적인 측면을 관찰할 때 나타나는 것이다. 강 건너편의 지질 구조에 대해 눈에 보이는 대로 왼손을 뻗으면서 움직임으로 그 모습을 그려냈다(2,3,4).



#146, (15' 44" ~ 15' 57").

지도교사 : 저 곳의 지형이 어떻게 생긴 것인지도 함께 고민해보는 거지(1).

남1 : 쌓은 다음(2)에 무너졌거나(3)

지도교사 : 쌓은 다음에 무너졌거나?

남1 : 아니면 저기서부터 비스듬히(4) 계속해서 쌓였거나 했을 것 같아요.

남1 학생이 눈에 보이는 모습을 스케치하고 난 이후 지도교사는 남1 학생에게 그렇다면 건너편의 지형은 어떻게 해서 생성되었는지 질문 하였다. 스냅 샷은 첫 번째 남1 학생은 자신이 그린 스케치 장면을 보는 것을 시작으로 오른손을 사선 방향으로 위로 서서히 올리다가 다시 아래 방향으로 내린다. 그런 다음 또 다른 안을 제시할 때 오른손을 위로 사선방향으로 천천히 올린다. 남1 학생의 손 방향은 현재 강 건너편에 노두가 드러나는 높낮이를 반영하는 것으로 강 건너편의 지형을 따라 손의 움직임을 보였다.

라) 지시적 제스처와 묘사적 제스처



#147, (18' 33" ~ 18' 37").

여1 : 왼쪽(1)은 이렇게 더 높이(2) 올라가 있고 저기(3)는 똑 떨어지는 것(4)처럼 되어있어요.

강 건너편에서 노두를 두 곳으로 나눈 후 이번에는 왼쪽 지형을 중심으로 표현하였다. 여1 학생은 육안으로 보이는 대로 손을 가리키는 것에서 그치지 않고 왼쪽 지형은 손으로 직접 가리키고(1) 그 지형을 따라 그렸다(2). 더욱이 오른쪽 지형은 단순히 가리키는 행위에 그친 반면 왼쪽 지형은 육안으로 보기에 그 크기와 규모가 더 크게(3,4) 보였기 때문에 여1 학생은 단순히 지시하는 행위에 그치지 않고 그 모양을 자세히 손으로 표현하였을 지도 모른다.



#148, (19' 22" ~ 19' 36").

여1 : 양쪽(1)이 조금 어긋난 것처럼 보이는 그런 느낌인데 양 옆에 모래가 퇴적되고 깎이고(2) 하면서 이렇게 분리된 지역(3)이 만들어지긴 힘들 것 같아요(4).

남1 학생이 단순 퇴적으로만 만들어진 것은 아니라는 의견을 이어받아서 여1 학생도 퇴적되어 깎이는 것만으로는 주변에 분리된 형태의 지형이 만들어지는데 어려울 것이라는 의견을 피력하였다. 육안으로 보았을 때 조금 다른 색을 보이는 두 곳의 지형과 좌상바위 쪽이 분리된 형태로 지금처럼 생성되기는 어려웠을 것이라는 주장을 하였다. 이때 여1 학생이 보여주는 제스처는 양손을 좌우로 펼치며 차례대로 퇴적되는 과

정을 표현(1,2)하였고 건너편에 분리된 지형을 손으로 가리켰다(3,4). 첫 번째와 두 번째 스냅 샷에서 양손을 좌우로 움직이는 모습으로 퇴적되어 있는 편평한 지반의 상황을 그렸고 세 번째 스냅 샷은 왼손을 위로 조금씩 올리며 퇴적되는 것을 나타냈고 마지막 스냅 샷은 건너편의 지형을 차례대로 손으로 가리키는 지시적 제스처이다.



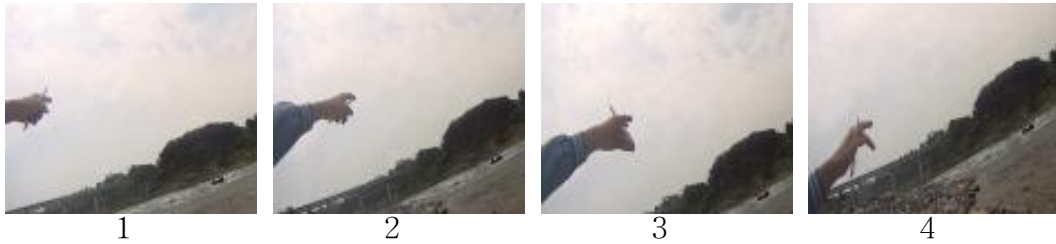
#149, (22' 34" ~ 22' 38").

지도교사 : 어떻게 그렸는지 한번 보여줄 수 있나?

남1 : 여길 좌우(1,2)로 나눠서 이렇게 그려봤어요(3,4).

남학생이 스케치한 그림에 대해 지도교사가 질문하였고 이에 대한 응답 과정에서 남1 학생이 보여준 지시적 제스처와 묘사적 제스처이다.

남학생의 스케치가 종료된 이후 자신이 그림 스케치에 대해 설명하는 과정에 보이는 제스처이다. 건너편에 있는 두 곳을 손으로 가리키는 지시적 제스처가 있었고(1,2) 동시에 일부 둥글게 보이는 것에 대해서도 손으로 원을 그리는 것으로서 묘사적 제스처가 있었다(3,4). 이 지시적 제스처와 묘사적 제스처는 강 건너편 지형의 위치와 그곳에서 볼 수 있는 특징적인 모습을 있는 그대로 시각화하여 표현하였다. 스케치 했다는 사실적인 거에 대한 언급 이외의 추가적인 음성 언어는 없었다.



#150, (23' 06" ~ 23' 20").

지도교사 : 특징적인 부분을 설명해 줄 수 있나?

남1 : 음, 일단 저쪽(1)은 3개 정도로 되어있는 것 같고(2) 기둥 같은 게 있어요(3,4).

지도교사는 왼쪽 지형에 관해 볼 수 있는 스케치한 특징을 질문하였다. 남1 학생은 왼쪽 지형은 3개의 층으로 구분하고 기둥 같은 것이 존재한다고 음성 언어로 답하였다. 스냅 샷은 3개의 층중에서 첫 번째 층을 보여주는 지시적 제스처이다. 손으로 첫 번째 층에서부터 차례대로 각각의 층을 가리키고(1,2) 기둥을 가리면서 손가락 사이를 점진적으로 넓히는 것으로 기둥 모양을 묘사하였다(3,4).

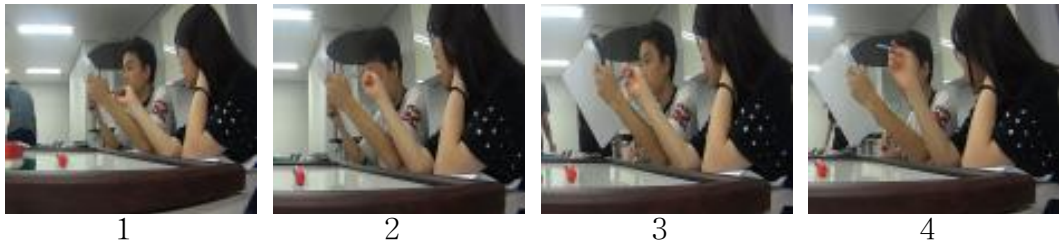
B조 학생들은 한탄강 야외지질답사에서 총 36개 장면에서 제스처를 보여주었다. 지시적 제스처 26개, 형상적 제스처 4개, 묘사적 제스처 2개, 그리고 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례 2개이다. B조 학생들은 지시적 제스처의 사용 빈도가 가장 높았는데 지시적 제스처는 학생들이 큰 규모와 작은 규모의 지질학적 규모, 암석, 광물 등과 같이 구체적인 물체와 물체의 위치를 지칭하는 용도로서 사용하였다. 학생들이 야외 답사 단계에서 관악산 야외지질학습 경험으로 인해 학생들이 스스로 광물을 찾아보는 활동 등과 같이 자발적인 참여도 보였는데 이와 같은 상황에서도 학생들이 특정 광물을 가리키는 등과 같은 지시적 제스처를 보였다. 묘사적 제스처는 야외 답사 단계에서 큰 규모로 관찰할 때

나타난 것으로 학생들이 관찰 대상으로부터 일정한 거리가 있을 때 먼 거리에서 큰 규모의 지질학적 구조적인 측면을 강조하거나 시각화하여 나타낼 때 사용하였다. 형상적 제스처는 야외 답사 단계에서 지도교사가 답사 장소의 형성과정에 대한 질문처럼 구체적인 상황 내에서 학생들이 과거에 있었을 지도 모르는 사건에 대해 세부적으로 표현할 때 나타났다. 더욱이 각각의 장면에서 하나의 제스처만 나타나는 게 아니라 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례도 있었는데 두 가지 이상 제스처가 동시에 나타난 경우에는 상호간의 질의응답 혹은 상호작용 과정에서 특정 사물과 물체를 지칭하며 있는 그대로 표현하고자 할 때 나타났다. 더욱이 한탄강 야외지질답사에서는 큰 규모로 관찰하는 활동 장소가 좌상바위와 차탄천 인근 주상절리로 두 곳이었다. 그렇기 때문에 각각의 장소에서 큰 규모로 관찰하고 그곳에 대한 특징을 학생들이 발표할 때 두 가지 이상의 제스처가 동시에 나타났다. 학생들이 야외 답사 단계에서 큰 규모의 것을 관찰할 때 학생들은 전체적인 모습과 전체적인 모습에서도 특징적인 부분을 찾아서 함께 의견을 공유했었기 때문에 다양한 제스처가 동시에 나타난 것일지도 모른다. B조 학생들은 야외 답사 단계에서 지시적 제스처의 빈도가 가장 높긴 했으나 그 이외의 형상적 제스처와 묘사적 제스처, 그리고 두 가지 이상의 제스처를 모두 사용하기도 한 것으로부터 다양한 제스처를 많이 사용하였다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

B조 학생들은 한탄강 야외지질답사를 종료하고 다음 시간에 교실 환경에서 관찰한 것을 증거로 활용하여 개인 모델에서부터 최종 조별 모델을 만드는 과정에 참여하였다. 학생들 스스로 조별 모델을 만든 이후에 각자 자신의 개인 모델을 발표하는 것으로부터 조별 모델을 생성하고자 하였다.

##### 가) 지시적 제스처



#152, (44' 55" ~ 45' 02").

여1 : 여기(1) 이 시기(2)가 맞는지 모르겠는데 여기 화산 폭발(3)이 있었고...

남1 : 규암이랑 석회암이랑...

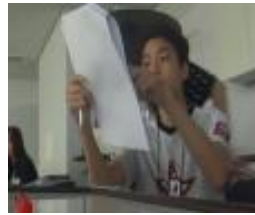
여1 : 거기에 대폭발이 한 번 더 있었고(4)...

개인 모델 작성한 것을 서로 교환하며 보는 중에 여1 학생이 작성한 활동지를 남1 학생에게 설명할 때 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 지질 시대를 가리키며 해당 시기에 화산 폭발(3)과 또 다른 폭발(4)이 있었음을 손으로 지속적으로 가리켰다.





1



2



3



4

#153, (45' 07" ~ 45' 13").

여3 : 이거 사진

여1 : 안돼! 지워지워지워.

남1 : 어(1) 야야 이거 어(2), 이 모델(3)로 하면....어...야야야(4)

남1 학생 앞자리에 앉은 여3 학생이 핸드폰으로 어떤 사진을 여1 학생에게 보여주자 조별 모델 만들기에 참여하던 여1 학생이 덩달아 자리를 박차고 일어난다. 모델링 활동이 급하게 중단되는 상황에서 남1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 여학생들이 다른 활동을 하자 남학생이 목소리를 조금 높여 개인 모델을 지속적으로 가리킴과 동시에 음성 언어로 여1 학생을 부르는 움직임은 반복하였다(1,2,3,4). 그러자 여1 학생도 다시 자리로 돌아왔다.



1



2



3



4

#157, (1 06' 49" ~ 1 06' 53").

여3 : 혹시 여기(1) 수심이 깊을까?(2) 그러니까 내 말은 여기(3) 옆이



넓으니까..알아 보이나?(4)

중간 조별 모델을 만들 때 강의 수심에 대한 언급을 할 때 여3 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 강의 형성과정에서 물이 어느 정도 있는지 표현하기 위해 강의 깊이 물의 양에 관해 여3 학생이 자신의 의견을 짧게 언급하였다. 여3 학생은 수심에 대해 언급하면서 중간 조별 모델을 가리키는 지시적 제스처를 보였다(1,2,3,4).



#158, (1 06' 59" ~1 07' 16").

여1 : 여기(1) 같은 경우는 베개용암(2)이 생긴 사례를 이야기 할 거고 이쪽(3)은 조금 천천히 식은 것으로 해서 여기(4)는 베개용암이 존재한다고 하고 여기는 비교적 조금 천천히 식은 것으로 해서 주상절리만 들어주고.

여3 : 아아

중간 조별 모델을 그릴 때 여1 학생이 여3 학생의 의견을 이어 받아서 자세히 설명할 때 보여주는 지시적 제스처이다. 이 지시적 제스처는 야외에서 관찰한 장소를 기준으로 야외 답사 장소를 각각 손으로 가리키고(1,2) 동시에 그곳에서 관찰하였던 베개용암, 주상절리 등을 언급하며 위에서 아래로 방향으로 각각의 단계에서 그림을 그릴 위치를 가리킨다(3,4).



#162, (1 48' 23" ~ 1 48' 44").

여3 : A가 선캄브리아 시대와 고생대에 퇴적암이 넓게 분포하고 있었는데(1) 그 다음 B가 중생대 시대(2)에 이 퇴적암 위에 용암이 흐르게 됩니다(3). 그래서 बे개용암과 현무암 등이 만들어지게 됩니다(4).

B조의 최종 모델을 발표한 여3 학생이 보여준 지시적 제스처이다. 첫 번째 선캄브리아 시기부터 중생대 까지 발표를 해준 한 여학생의 제스처는 다음과 같다. 각각의 지질시대를 손으로 가리키며 발표를 하였고 용암이 흐르는 상황과 이로 인해 बे개용암과 현무암이 만들어진 부분을 지속적으로 가리키는 지시적 제스처가 있었다.

나) 형상적 제스처



#163, (35' 22" ~ 35' 32").

지도교사 : 개인 모델 작성이 끝났으면 한 사람씩 자기 꺼 발표 시작

해보자.

여3 : 저는 일단 바다가(1) 있으면 거기(2)에 용암이 흘러들었고(3) 좁은 길을 만들어서(4) 강이 되었어요.

지도교사 : 바다가 강이 되었다는 건가?

여3 : 네

첫 번째 여3 학생이 자신의 개인 모델을 발표할 때 보여준 형상적 제스처이다. 여3 학생은 왼손을 들고 양손을 펼치는 것으로 바다에 넓게 존재하고 있는 상황을 설명하였다(1,2). 그런 다음 오른손을 뒤에서 앞으로 뻗는 것으로 용암이 흘렀다(3)는 것을 나타내었으며, 마지막으로 용암이 흐른 특정 길을 양손으로 나타내었다(4). 이 학생의 개인 모델은 바다에서 화산이 폭발하여 강이 형성되었다는 것이다.



1



2



3



4

#164, (35' 49" ~ 35' 56").

여1 : 근데 바다가 막힌 거라면 좀 더 염분농도가 높아야 하지 않아?

여3 : 옛날에 바다(1)였다가 막혀서 염분농도(2)가 차츰(3) 낮아졌다는 거지(4) 그러니까 내 생각은.

바다가 막혀서 생긴 것이라면 염분농도가 높아야 하지 않을까 라는 다른 조원의 의견에 대해 개인 모델을 발표한 여3 학생은 다시 자신의 의견을 발표하였다. 이때 오른손으로 바다가 존재(1,2)하고 있는 상황을 나타내기 위해 오른손으로 원을 그렸다. 용암이 흘러서 바다를 막는 것

을 보여주기 위해 오른손은 위에서 아래로 내리며 왼손과 겹치도록 움직였다(3,4). 이 형상적 제스처는 바다의 존재를 나타냈을 뿐만 아니라 용암이 바다를 막아서 강이 형성되는 과정을 표현하였다.



#165, (36' 01" ~ 36' 16").

남1 : 그 뭐지... 바다에서 만들어지는 거...

여3 : 사암?

남1 : 아니아니...그..

여3 : 염?

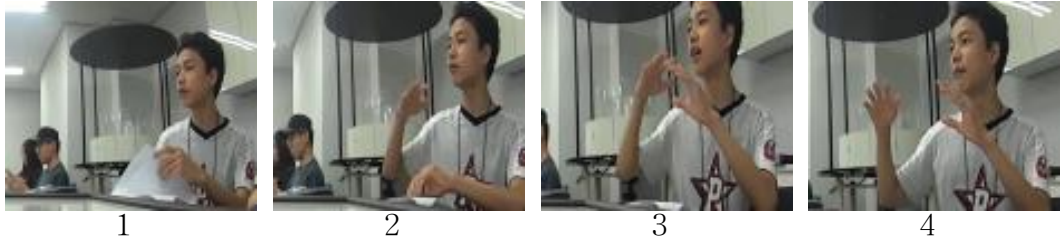
여1 : 염암?, 암염

여2 : 암염

여1 : 염암이래, 암염암염.

여3 : 암염, 아 그 암염이 있으려면(1) 이게 소금물(2)에서 이렇게 이  
게 쌓여서(3) 되어야 하지 않나(4)

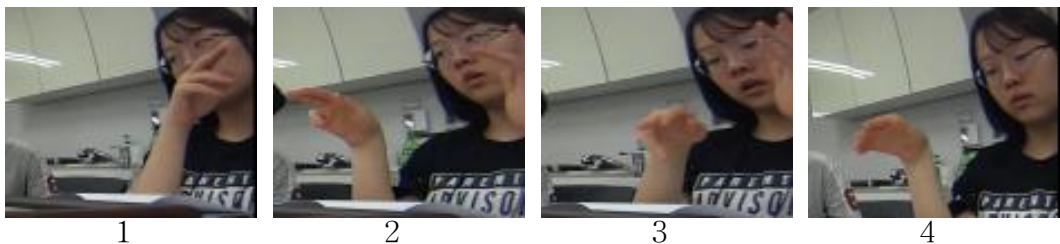
남1 학생이 바다에서 만들어진 것이라면 바다에서 만들어지는 것, 암염이 있어야 하지 않을까에 대한 의견을 제시하였을 때 여3 학생은 암염이 어떻게 만들어졌는지를 설명할 때 보이는 형상적 제스처이다. 이 형상적 제스처는 여3 학생이 오른손으로 주먹을 쥐고 왼손에서 그 위를 누르면서 하나의 큰 원처럼 보이게끔 나타내면서 소금이 쌓이는 것(2,3,4)을 나타내고자 하였다.



#166, (37' 13" ~ 37' 16").

남1 : 이걸(1) 바다가 아니라 물이(2) 가운데 있는(3) 다른 환경으로 하면 되지 않을까? (4)

남 1학생은 암염과 같은 바다로 존재하였다는 증거를 찾지 못하였을 때 다른 대안을 제시하기도 하였다. 바다 대신에 그냥 물이라고만 이야기 하는 것(1,2)에 대해 언급하였으며 이때 위와 같은 제스처를 보여주었다. 오른손을 먼저 움직이며 왼손과 함께 앞으로 원의 형태로 나타내었으며 바다가 아닌 물이라고 하였다(3,4). 이 형상적 제스처는 바다 환경이 아닌 담수와 같은 다른 환경을 표현하였다.



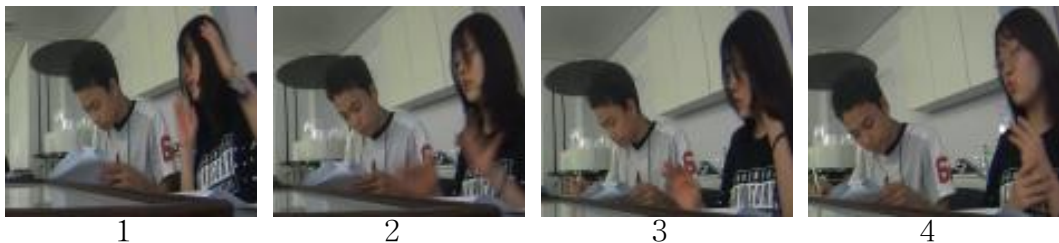
#169, (38' 00" ~ 38' 17").

여1 : 암염이 안 나왔으니까 호수같이(1) 수심이 깊은 지역에 용암이 흐르면서(2) 그 물이 어느 정도 증발이 되고(3) 그 물이 증발되면 그 밑에 수면 밑에 있는 부분이 드러날 테니까, 뭐 퇴적암이라든지, 그러면서

절벽 같은 것도 나타나고(4) 그렇게 하면 되지 않을까?

바다 모델 대신에 또 다른 대안을 여1 학생이 제시할 때 보이는 형상적 제스처이다. 첫 번째 스냅 샷은 여1 학생이 오른손으로 원형을 그리는 장면 중 일부이다. 호수와 같은 담수의 존재를 원을 그리는 것으로 표현하였고(1) 두 번째 스냅 샷은 용암이 흐르는 것에 대하여 양손을 좌우로 움직이는 것으로 나타냈다(2). 세 번째는 물의 증발에 관해 언급하며 왼손을 아래에서 위로 올리면서 그 과정을 표현하였으며 마지막으로(3) 네 번째 스냅 샷은 수면 아래 있는 구조가 드러나는 부분을 언급하며 오른손을 아래로 조금 내려서 좌우로 움직이며 다른 특정한 무언가가 존재하는 것을 표현하였다(4). 이 형상적 제스처는 각각 담수의 존재, 용암의 흐름, 증발, 수면 아래 특정한 지질학적 구조의 존재를 표현했다.

다) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#171, (45' 22" ~ 45' 36").

여1 : 기본적으로 그 중생대(1) 전에 퇴적암이 있었고 거기 위에(2) 중생대인지 신생대인지 모르겠지만 선캄브라이기(3) 이후부터 총 3번 정도의 화산폭발이 있었어(4). 첫 번째 두 번째는 비교적 규모가 작았고 세 번째는 전체적으로 덮었고 응회암이 형성되고 그랬어.

지질시대와 대표 사건에 대해 언급하는 과정에서 보이는 여1 학생의



제스처이다. 여1 학생은 중생대를 기준으로 지질시대를 언급할 때 양손을 앞으로 뻗으며 시대를 언급하였고, 퇴적 작용에 관하여 양손을 좌우로 움직이는 것으로 표현하였다. 선캄브리아기, 고생대, 중생대, 신생대와 같이 지질시대를 구분(1,2,3)하고 손으로 3을 표시하며 3번의 화산활동이 있었다고 하였다(4). 이후 각각의 화산이 폭발할 때 검지, 중지, 무명지를 가리켰다. 이와 같은 과정에서 여1 학생은 퇴적암이 존재하고 있는 지형을 나타내는 형상적 제스처와 여러 번의 화산폭발(4)을 각각 손으로 가리키는 지시적 제스처가 동시에 나타났다.



#172, (1 48' 45" ~ 1 49' 19").

여3 : 그리고 여기 한 번 더 용암이 흐르게 되면서 그 위에 주상절리가 만들어지고(1) 그 다음에 현재는 그 용암이 여러 번 흐르고(2) 굳게 되어서 층의 형태로 나누어진 것을 볼 수 있습니다(3). 그리고 현재는 퇴적암, बे개용암, 주상절리가 있는 것을 볼 수 있었고(4) 우리가 갔던 곳 중에 좌상바위, 아우라지, 차탄천, 재인폭포가 있습니다.

여3 학생은 조별 발표에서 화산 폭발 모델로서 한탄강 형성과정을 설명하였고 이에 대한 증거를 관찰한 장소에서 찾았다. 학생들이 방문한 장소를 손으로 가리켰다. 여3 학생은 용암이 한번이 아니라 여러 번 흘렀다는 언급하였고, 용암을 표현하기 위해 양손을 좌우로 펼치는 움직임을 보여주었다. 최종 조별 모델 발표에서 여3 학생은 야외 답사 장소, 관찰한 것을 지칭하기 위한 지시적 제스처를 사용하였고 용암이 흐르는 것

과 같이 화산 폭발 모델을 설명하기 위한 장면에서는 좌우로 손을 펼치며 용암의 움직임 표현하는 형상적 제스처를 사용하였다.

B조 학생들이 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에서 지시적 제스처 12개, 형상적 제스처 8개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 2개의 사례가 있었다. 한탄강 형성과정에 과학적 모델링 과정에서 B조 학생들은 개인 모델과 조별 모델의 일부, 지질시대, 야외 답사 단계에서 관찰한 것, 다른 조원을 부르는 행위 등 구체적인 것에서부터 추상적인 것에 이르기까지 다양하게 가리키는 행동을 지시적 제스처를 통해 표현하였다. 더욱이 B조 학생들은 모델링에서 조원들이 집중이 산만해지거나 다른 활동을 하는 등과 같이 모델을 구성하는 활동과 거리가 멀어졌을 때 한 번은 남학생이 또 다른 한 번은 여학생이 지시적 제스처를 통해 학생들의 주의를 집중시키는 등과 같은 움직임도 있었다. 형상적 제스처는 B조 학생들이 화산 폭발, 용암의 흐름, 퇴적 현상 등과 같이 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 필요로 하는 여러 단계에서 학생들이 과거에 있었을지도 모르는 사건을 추론하여 재구성할 때 사용하였다. 개인 모델에 대한 의견을 교환하는 것에서부터 최종 조별 모델을 다른 학생들에게 발표함에 이르기까지 B조 학생들은 단순히 음성 언어로만 상호작용을 하는 것이 아니라 음성 언어와 제스처가 함께 동반하여 타인과 의사소통을 위한 도구로서 사용하였다. 특히 야외 답사 단계에서 관찰하였던 응회암, 현무암, 베개용암, 주상절리 등을 자신들의 모델을 주장하기 위한 근거로 직접적으로 활용하면서 단순히 상상하거나 추론하는 것이 아니라 증거를 기반으로 자신들의 모델을 만들고 타인과 상호작용 하였다. 또한 지시적 제스처 혹은 형상적 제스처 하나만 사용되는 것이 아닌 두 가지 제스처가 모두 나타난 경우가 있었다. 이와 같은 사례는 야외 답사 단계에서 관찰한 것을 증거로 활용하면서 한탄강 형성과정을 설명할 때 두 가지 이상의 제스처가 사용되었다. 학생들이 구체적인 것을 가리키는 행위와 한탄강 형성과정을 세부적으로 단계를 나누어 각 각을 시각적으로 표현하고자 할 때 두 가지 이상의 제스처가 학생들에



의해 나타났다.

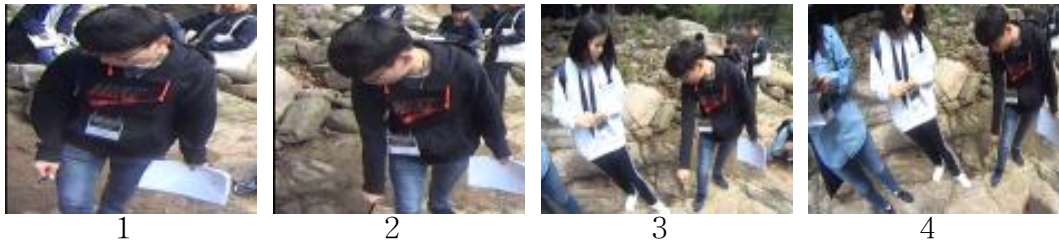
B조 학생들이 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 보여준 제스처를 비교하면 다음과 같다. 야외지질답사 단계에서는 36개의 제스처가 있었는데, 지시적 제스처 26개, 형상적 제스처 4개, 묘사적 제스처 2개, 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 모두 나타난 사례 4개이다. 반면에 과학적 모델 및 모델링 과정에서는 22개의 제스처가 있었는데 지시적 제스처 12개, 형상적 제스처 8개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 모두 나타난 사례 2개이다. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 모두 지시적 제스처 사용의 빈도가 가장 많았다. 두 사례 모두 학생들이 구체적인 것을 가리키는 행위로서 지시적 제스처가 사용되었고, 야외 답사 단계에서는 현재와 같은 상황을 표현하기 위한 묘사적 제스처의 사용이 있었다. 이와 반대로 모델링 형성과정에서는 현재와 같은 상황을 표현하기보다 추론의 과정에서 과거 상황에 대한 기술이 필요했기 때문에 형상적 제스처의 사용이 있었다. 야외지질답사와 모델링 과정에서의 가장 큰 차이가 묘사적 제스처와 형상적 제스처의 사용과 그 빈도였다.

## 다. C조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사

C조의 조별 구성원은 남학생 2명과 여학생 2명이다.<sup>6)</sup>

#### 가) 지시적 제스처



#175, (06' 28" ~ 06' 32").

남1 : 이곳(1)도 여기(2)랑 다 똑같이 생겼다(3,4).

남1 학생이 관찰에 적극적으로 참여하였는데, 같은 조원이 서 있는 방향을 가리키며 주변에서 쉽게 갈라진 틈을 발견하고 갈라진 틈을 여기저기 반복적으로 가리켰다(1,2,3,4). 마치 등잔 밑이 어둡다고 하는 속담처럼 학생들이 밟고 있는 암석에도 갈라진 틈이 많이 있었는데, 처음 남1 학생이 관찰하였던 계곡 건너편에 존재하는 절리들과 같은 맥락으로 학생들이 밟고 있는 곳의 틈을 따라서 손으로 가리켰다.

---

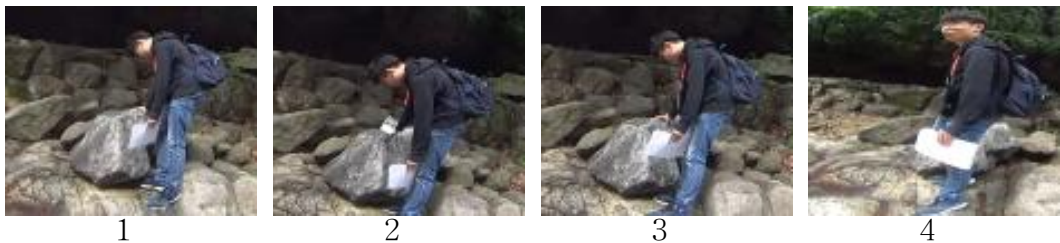
6) C조 참여자의 경우 남1, 남2, 여1, 여2로 명명하여 (이하) 작성하였다.



#176, (06' 33" ~ 06' 37").

여1 : (1) 그리고 애(2)가 애(3)랑 같은 거 아니야?(4)

여1 학생은 암석에 갈라진 틈뿐만 아니라 자신들이 밟고 있는 곳에서 (1) 밝은 색을 띠는 것(2) 사이에 검정색으로 보이는 또 다른 것(3)을 발로 가리키며 이들이 같은 것인지 서로 질문하였다(4). 여1 학생의 질문에 이어서 다른 학생들은 잠시 침묵하였고 이에 대한 응답은 아무도 하지 못하였다.



#177, (07' 29" ~ 07' 33").

남1 : 이거(1)는 편마암, 변성암(2)인데 이것(3) 혼자만 다르네(4).

남1 학생은 조원들과 함께 서있는 곳 옆에 따로 떨어져 있는 변성암에다가 가서 계속 가리키고 만지고 있었다(1). 그런 다음 고개를 들고 다른 조원에게 발로 변성암을 가리키며(4) 계곡에 또 다른 암석을 손으로

계속하여 가리키고 만지면서 다른 조원에서 편마암, 변성암이라고 말하였다(1,2,3,4). 남1 학생은 편마암을 손과 발로 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#179, (16' 56" ~ 17' 00").

C조 뿐만 아니라 A, B조 학생들이 함께 계곡의 모래에서 광물을 찾아보는 활동에 참여하였다. 남1 학생은 계곡의 모래에서 보이는 광물을 손으로 가리키고 고를 때(1,2) 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 이 때 음성 언어는 없었으며 석영, 장석 등과 같은 광물을 찾는 그룹에서 말없이 혼자 광물을 분류하는 작업(3,4)에 참여하였다. 이 지시적 제스처는 남1 학생이 광물을 가리키는 행위이다.



#181, (24' 00" ~ 24' 14").

남1 : 애(1)가 원래 있었던 것 같은데, 줄무늬(2)도 있고 막. 이것(3)도 변성암인 것 같아(4)

인솔교사 : 내가 보기에 주변을 돌아오면 이걸 그냥 주변에서 뚝 떨어져 나온 애 같아.

남1 학생은 계곡에서 암석을 관찰하는 중에 주변과 달라 보이는 또 다른 암석을 스스로 찾아가서 다른 점이 무엇인지 찾아보고 있었다. 줄무늬를 손으로 가리키며(2) 변성암인 것 같다고 판단하였다. 이때 남1 학생은 암석의 표면에 있는 줄무늬를 계속하여 손으로 가리키는 지시적 제스처(2,3,4)를 보여주었다.



#182, (03' 46" ~ 03' 51").

남2 : 봐봐(1) 저기 돌 있잖아(2).

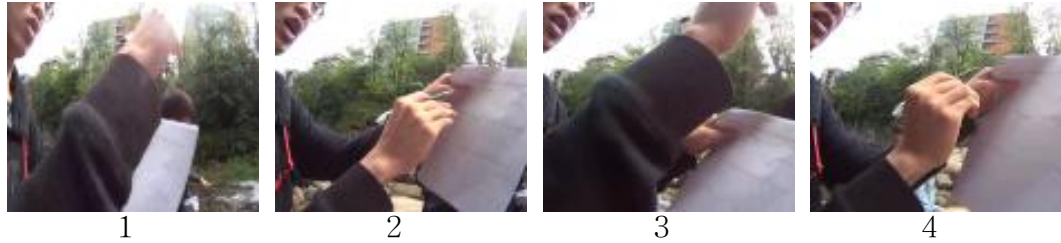
남1 : 응응

남2 : 암석에 물만 흐르면(3) 엄청 그냥 다 저렇게 되는 거라고(4).

인솔교사 : 하하

두 번째 답사장소인 관악산 계곡하류에서 남2 학생이 수평절리를 손으로 가리키며 관찰해야 할 것을 지칭하였다(1,2). 우연인지 혹은 눈에 띄었기 때문에 남2 학생이 언급을 시작하였는지까지는 확신할 수 없지만 남2 학생이 수평절리(1,2,3,4)를 가리키고 조원들에게 언급을 시작하면서 다른 조원들도 함께 관찰 활동에 참여할 수 있었다.

나) 형상적 제스처



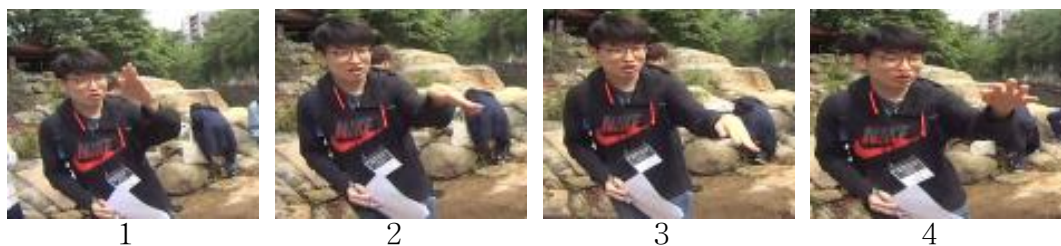
#183, (04' 07" ~ 04' 12").

남1 : (1)아니 이렇게(1,2) 움직인 건가?(3,4)

인솔교사 : 그런데 이렇게 끊어져도 어떤 힘을 받았느냐에 따라서 달라질 것 같은데....

남1 학생은 절리가 현재와 같은 모습을 갖게 되는 것에 대한 어떻게 힘을 받았는지 추론에서 학생이 보여주는 형상적 제스처이다. 이 형상적 제스처는 어떻게 힘을 받았는지에 따라 절리가 움직이게(1,2,3,4) 되는지 고민하는 장면에서 나타났다.

다) 묘사적 제스처



#184, (03' 52" ~ 04' 01").



남1 : 이렇게 끊어지려고(1,2) 하면 도대체 어떤 힘을 받아야 하는 걸까

인솔교사 : 어떻게?

남1 : 이렇게 끊어진 거면 어떻게 힘을 받았길래 이렇게(3,4) 되었을까요

남1 학생은 왼손을 사전으로 반복적으로 움직이며 건너편에 존재하는 절리의 모양을 표현하였다. 남1 학생은 어떤 힘을 받아서 지금과 같은 모습을 보이는지 의문을 제기하였다(1,2,3,4).

라) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#185, (03' 06" ~ 03' 11").

남1 : 저기(1) 갈라진 게(2) 올라오면서(3) 양쪽으로 힘을 뿜뿜뿜(4) 받는 거 아닌가?

남1 학생이 서있는 곳을 기준으로 건너편에 돌이 갈라져 있는 곳을 손으로 가리키며 왼손을 위아래로 움직인다(1,2). 그런 다음 남1 학생은 양손을 위로 올리고 주먹을 쥐고 가운데로 모으는 손의 움직임(3,4)을 보인다.

남1 학생은 건너편에 세로로 돌이 갈라진 것을 손으로 가리키는 지시적 제스처와 이곳의 지형이 융기되는 것을 표현하며 양손을 아래에서 위

로 올리는 것을 나타냈을 뿐만 아니라 양손을 가운데로 모으면서 힘을 받는 것 까지 형상적 제스처로 시각화하였다. 이 장면에서 남1 학생은 음성 언어를 동반하여 지시적 제스처와 형상적 제스처로서 이 곳의 지형의 생성과정에 대해 간략하게 설명하였다.



#186, (04' 17" ~ 04' 28").

남1 : 여기가 현무암도 아니고 나오다가 막 빠르게 식어서 만들어지고 (1,2), 그러다가 밖으로 나오다가 깨져서(3,4) 저렇게 되는 거 아닌가

남2 : 나오다가 깨져가지고.

수평절리의 생성과정을 설명할 때 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 용기라는 단어 대신에 밖으로 나오다가 라는 음성 언어를 사용하였다. 남1 학생은 양손을 올리고 내리고를 반복하며 전체적으로 양손을 조금씩 위로 올렸다(1,2). 그런 다음 수평절리를 손으로 가리키며 수평절리는 올라오다가 깨져서(3,4) 저렇게 보이는 것일지도 모른다고 추측 하였다. 남1 학생은 절리를 가리키는 지시적 제스처와 절리가 밖으로 나오는 과정을 손의 움직임으로 표현하는 형상적 제스처를 동시에 보여주었다.

마) 지시적 제스처와 묘사적 제스처





#187, (09' 17" ~ 09' 20").

남2 : 여기까지(1) 물이 계속 흘러서(2) 저기 돌을(3) 지금처럼 다 깎아 놓은 것(4) 같아요.

인술 교사 : 허허 여기 돌을 다 깎아 놓은 것 같다.

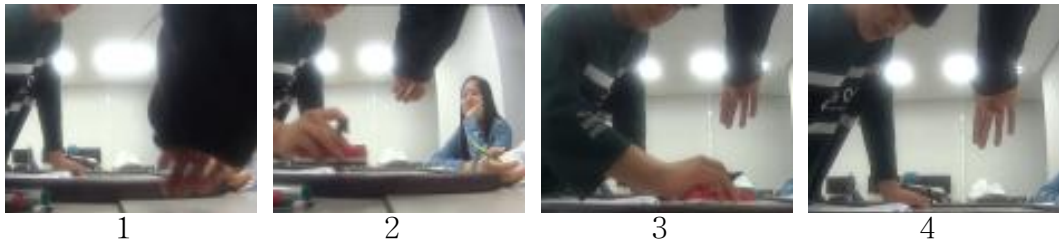
남2 학생은 계곡 건너편에 있는 암석들을 손으로 가리키고(1,2) 물의 흐름을 언급하며 손을 좌우로 움직였다(3,4). 이곳의 지형이 지금과 같이 형성된 것을 물에 의해 깎여서 만들어진 것이라고 언급하였고, 건너편에 있는 암석을 가리키는 지시적 제스처와 물의 흐름을 좌우로 움직이며 표현하는 묘사적 제스처가 있었다.

C조 학생들은 관악산 야외지질답사 과정에서 총 15장면에서 제스처를 보였다. 지시적 제스처가 10개, 형상적 제스처와 묘사적 제스처가 각각 1개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타난 사례 2개와 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례 1개가 있었다. 지시적 제스처는 C조 학생들이 구체적인 사물을 가리키는 행위로서 가장 많이 사용되었고 형상적 제스처, 묘사적 제스처가 한 차례씩 있었다. 형상적 제스처는 과거 지형에 대한 추론의 과정에서 사용되었다. 묘사적 제스처는 현재 답사 장소를 학생들이 표현하고자 할 때 사용하였다. 두 가지 이상 제스처가 동시에 나타난 경우는 지시적, 형상적, 묘사적 제스처가 복합적으로 사용되었다. C조의 학생들은 A,B조의 학생들과 달리 제스처의 빈도는 가장 적었지만 다양한 제스처를 야외답사단계에서 보여주었다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

C조 학생들이 과학적 모델 및 모델링에서 보여주는 제스처의 종류는 다음과 같다.

### 가) 지시적 제스처

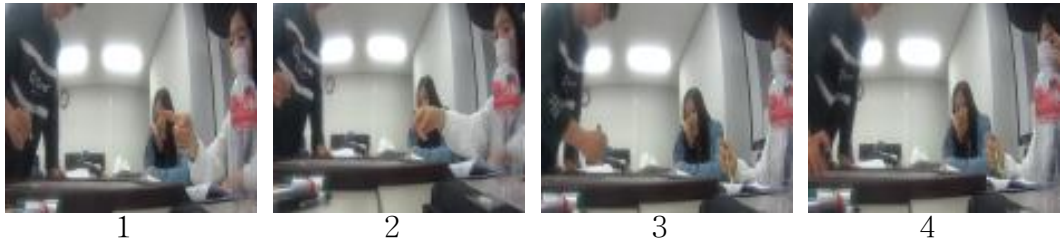


#188, (33' 46" ~ 33' 51").

남2 : 나 혼자 여기 그림 다 그리면 돼?

남1 : 여기 위에는 침식되면서 만들어졌고(1,2), 밀도차이가 있다고 해야 해(3,4).

남2 학생은 스케치를 잘하였기 때문에 자신이 조별 모델에 그림을 그리기로 하였다. 남1 학생의 개인 모델 내용의 일부를 차용하였다. 선캄브리아기에 관한 내용은 남1 학생의 개인 모델에서 나왔던 것이다. C조 조별 모델에 선캄브리아기 변성암이 존재에 관한 내용과 관악산 형성과정에 대한 내용을 작성할 때 남1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 이 지시적 제스처는 침식 작용과 밀도 차이에 관한 내용을 추가해야하는 것을 가리켰다.



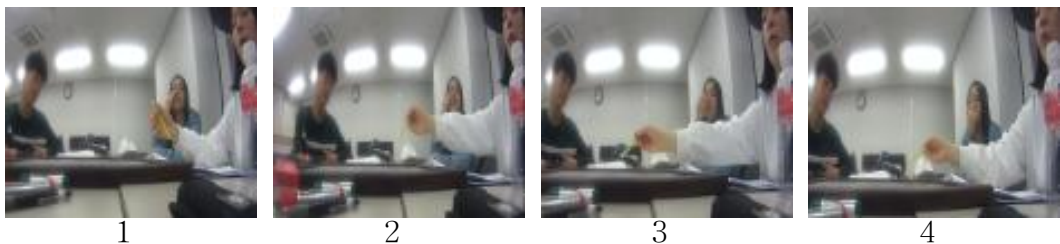
#190, (36' 50" ~ 36' 54").

여1 : 이거랑 똑같은 걸(1,2)

남2 : 그런데 용암도 흐르지 않았을까?

여1 : 근데 용암은 아니야. 용암이 있었다는 게 뭐 없는데(3,4)

남2 학생은 여1 학생의 개인 모델을 보고 조별 모델에 최대한 반영하고 있었다. 이따금씩 여1 학생이 조별 모델에서 수정해야 할 부분을 알려 주기도 하였는데, 이 장면은 중간 조별 모델을 만들 때 여학생이 잘못된 지점을 손으로 가리킴(1,2)과 동시에 수정해야 하는 부분을 자신의 개인 모델과 비교하며 알려주는 것이다(3,4).



#191, (37' 38" ~ 37' 45").

남1 : 그런데 포획암은 어떻게 해야 할지 모르겠어.

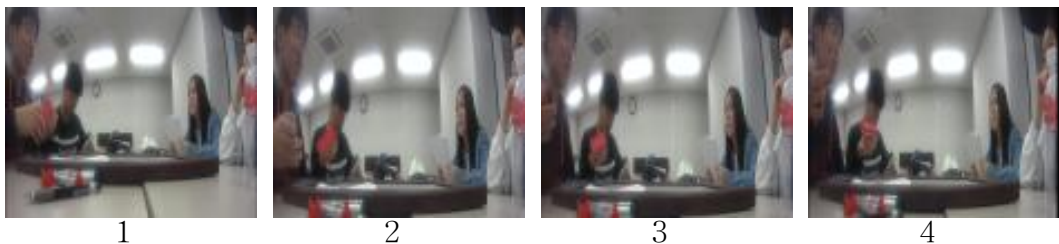
여1 : 포획암은 그냥 이거(1) 아냐? 같이 올라와서(2) 기존에 옆에 있는 부분(3)을 포획해서 생기는 (4)거.

남1 : 그런가봐

여1 : 그런가봐 허허

포획암 생성에 관해 설명할 때 여1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 이 지시적 제스처는 포획암이 생성 과정에 대해 여1 학생이 설명할 때 나타났다. 여1 학생은 펜을 쥐고 오른손으로 화강암이 용기하는 과정에 대한 부분을 가리키며(1,2) 포획암도 화강암이 용기하는 단계에서 포획암도 기존에 존재하는 암석과 화강암이 만나는 지점에서 형성됨(3,4)을 가리켰다.

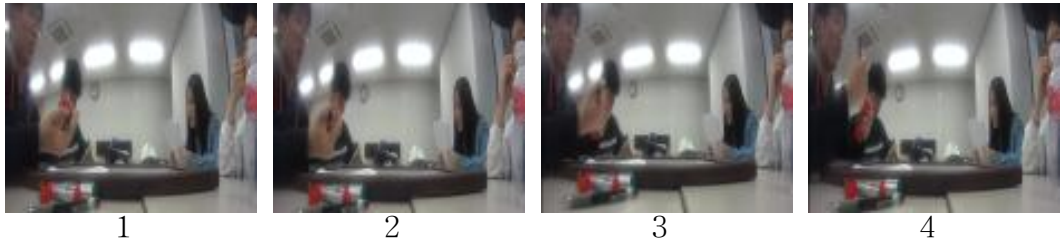
나) 형상적 제스처



#195, (30' 07" ~ 30' 10").

남1 : 주변에 선캄브리아시기 때 변성암이 있다고 하고 뭐 넓게 덮고 있었다(1,2). 정도로 시작하면 될 듯 해.

중간 조별 모델을 생성하는 과정에서 C조 남1 학생이 보여주는 형상적 제스처이다. 선캄브리아 시기에 변성암이 넓게 분포하고 있다고 언급하며 양손을 가운데에서 양 옆으로 펼치는 움직임(3,4)을 보였다.



#196, (30' 15" ~ 30' 22").

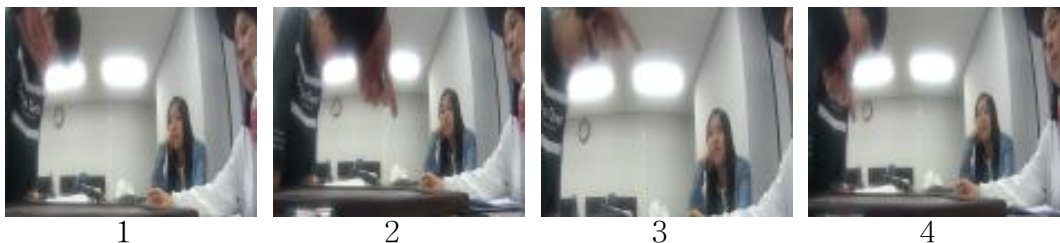
남1 : 뭐 계속 덮여있지 않고(1) 아래에서 팍 튀어 올라와서(2) 깨졌거나(3) 했을 것 같아(4).

여1 : 흠...

남1 : 딱 하고 한 번에 올라온 건 아니고 남1 : 딱 하고 한 번에 올라온 건 아니고, 계속적으로 올라왔겠지.

남1 학생은 오른손을 아래에서 위로 올리는 손의 움직임을 보였다(1,2,3). 남1 학생은 땅이 융기하는 것을 표현하면서 한 번에 솟아오르면서 암석이 깨진 것은 아니라고(4) 언급하였다. 남1 학생은 형상적 제스처를 보여주었는데 이 형상적 제스처는 지대가 융기하는 것을 시각적으로 표현하였다.

다) 지시적 제스처와 형상적 제스처



#197, (37' 16" ~ 37' 25").

여1 : (남1에게) 너는 이거 어떻게 했으면 해? (1)

남1 : 이거 화강암이 이렇게 올라와서(2) 이게 막 부딪치면서(3) 화강암이 올라오게 되고 더 가벼우니까 그래서 우리가 막 깨진 게 보이고 그런 게 보인다(4).

화강암이 융기하는 과정을 설명할 때 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 화강암이 위로 올라오는 것을 이야기하며 화면을 기준으로 하여 왼쪽에서 오른쪽으로 손의 움직임을 보여주었고(2,3) 그림에 그려진 절리를 가리켰다(4). 더욱이 남1 학생은 화강암의 융기와 절리의 생성과정을 이 장면에서 동시에 다루었다.



#198, (48' 47" ~ 48' 52").

남1 : 일단 선캄브리아 시대에 편마암과 편암이 생성되었고(1,2) 이후 선캄브라이 시기부터 쥬라기 시기까지 밀도하고 압력 차 때문에 애가(3) 융기하였습니다(4).

중간 조별 모델 발표에서 발표자 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 첫 번째와 두 번째 스냅 샷은 선캄브리아 시대와 변성암의 존재를 각각 손으로 가리키는 지시적 제스처이다(1,2). 세 번째와 네 번째는 남1 학생이 변성암이 서서히 융기하는 과정을 언급하며 손을 위로 올리는 움직임(3,4), 형상적 제스처를 보였다.



#199, (49' 07" ~ 49' 33").

남1 : 그 다음에 쥬라기 시대 때 지하 깊은 곳에서 마그마가 굳어서 화강암이 되었고(1) 그 다음에 쥬라기 시대 이후 화강암이 상승하여(2) 편마암과 편암에 그 힘을 주게 되었습니다. 그래서 다섯 번째 편마암과 편암하고 함께 존재할 수 있게 되었고 이때 증거로는 끊어진 암석, 절리 등을 들 수 있습니다(3). 그리고 지속적으로 풍화와 침식을 받아서 현재와 같은 모습이 되었습니다(4).

초기 단계를 설명하고 난 이후 중생대부터 본격적으로 C조 조별 모델에 관한 내용을 발표하였다. 지하에서 마그마가 식어서 화강암이 생성되는 것(1)과 융기(2), 야외에서 관찰한 것(3), 풍화와 침식 작용(4) 각각의 단계를 발표자가 가리키는 지시적 제스처가 있었다. 또한 발표자는 손을 위로 들어 올리면서 화강암이 융기하는 것에 대해서는 형상적 제스처로 표현하였다.

C조의 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링은 12 장면에서 제스처가 각각 나타났다. 지시적 제스처 7개, 형상적 제스처 2개, 지시적 제스처와 형상적 제스처가 모두 나타난 사례 3개가 있었다.

모델 형성과정에서 지시적 제스처는 구체적인 사건, 물체 등을 가리키는 행위로서 사용되었고 형상적 제스처는 선캄브리아기와 같이 과거의 특정 상태를 표현하는 움직임으로 사용했다. 지시적 제스처와 형상적 제스처가 모두 나타난 사례에서는 과거 시점을 기준으로 당시 상황을 나타

내기 위한 움직임으로서 두 가지 제스처를 모두 사용하였다. 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델을 만드는 것이 주제였기 때문에 학생들은 현재와 같은 관악산의 모습이 되기까지 과거의 시대를 기준으로 각각의 단계를 나누어서 설명하였다. 과거 상황과 사건에 대한 기술로서 학생들이 제스처를 활용하였다.



### 3) 한탄강 야외지질답사

#### 가) 지시적 제스처



#204, (25' 07" ~ 25' 29").

남1 : (10초간 가져온 두 전석을 서로 문지른다) (1,2,3) 애가 좀 더 단단한 거 같아요(4).

C조 두 명의 남학생들은 다양한 전석을 많이 주워왔다. 남1 학생은 크기가 비슷한 두 전석을 한 손에 각각 쥐고 반복적으로 긁어서 굳기를 비교하는 활동(1,2,3)에 한 명의 남학생이 참여하였고, 왼 손에 쥐고 있는 돌을 가리키며 더 단단하다고 언급하였다(4). 이 장면에서 지시적 제스처는 더 단단한 암석을 가리키는 행위이다.



#205, (27' 21" ~ 27' 29").

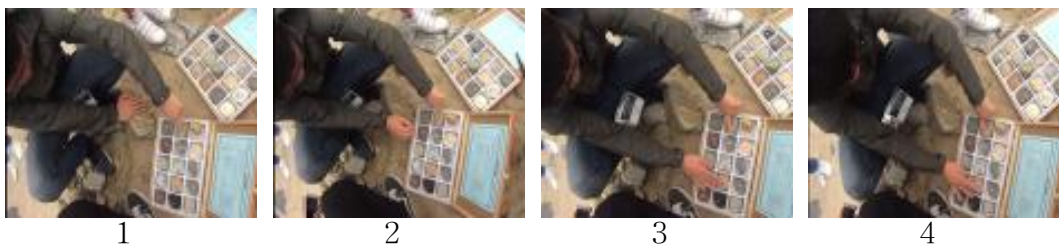
남1 : 이건(1) 15번(2) 돌 같은데? (3,4)흙.....

남1 학생이 화성암 암석 표본과 자신이 주어진 전석을 비교할 때 보여준 지시적 제스처이다(1,2,3,4). 남1 학생은 오른손으로 전석을 손에 쥐고 암석 표본을 따라 손으로 반복적으로 가리켰다. 암석 표본 15번과 전석이 비슷하였는지 15번 암석 옆에 전석을 내려놓고 15번 암석 표본을 손으로 가리켰다.



#206, (28' 24" ~ 28' 36").

암석 표본을 관찰하는 여2 학생이 보여준 지시적 제스처이다. 여2 학생이 가져온 전석과 비슷하게 생긴 암석 표본을 가리키고 가져와서 전석 옆에 두고 비교 관찰하였다(1,2,3,4)



#209, (37' 23" ~ 37' 30").

암석 표본을 직접 대조하는 과정에서 남1 학생이 보여준 지시적 제스

처이다. 육안으로 보기에 비슷해 보이는 두 암석 표본을 손으로 가리키고 표면을 반복적으로 만져보았다(1,2,3,4).

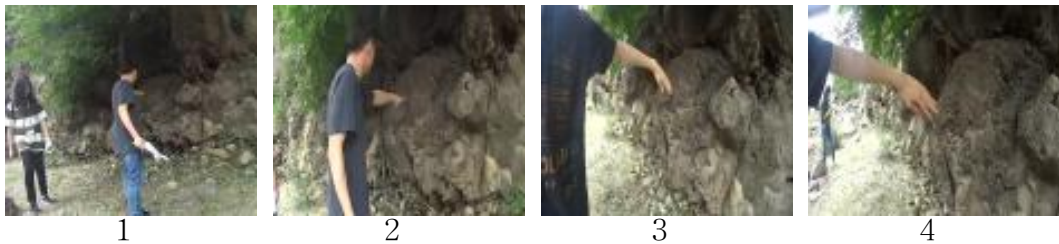


#210, (04' 22" ~ 04' 24").

여1 : 주상절리 찾아봤어?

남1 : 어 여기 앞(1,2)에서 하나씩 찾아보면 돼(3,4).

차탄천 인근 지역에서 주상절리를 관찰할 때 남1 학생이 여1 학생에게 관찰해야하는 부분을 손으로 가리켰다(1,2,3,4).

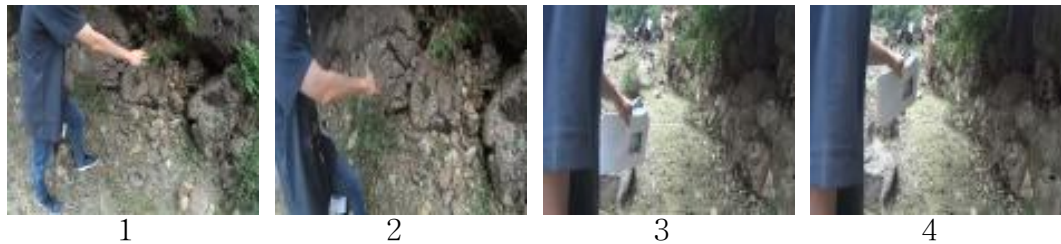


#213, (25' 47" ~ 25' 50").

남1 : 썸 여기(1) 아래(2)에는 제법 크게 둥근 형태로(3) 되어있네요(4).

지도교사 : 거기뿐만 아니라 조금만 뒤로 나와서 한번 볼래? 왼쪽에서부터 오른쪽까지 한번 쭉욱 시선을 돌려서 봐봐.

주상절리의 가장 아래 부분에 둥근 형태로 형성되어 있는 지점을 남1 학생이 손으로 가리킴과 동시에 갈라진 부분을 손으로 다시 한 번 가리키며 강조하였다(1,2,3,4).



#214, (26' 31" ~ 26' 38").

남1 : 썸 여기(1)는 좀 깨져있고(2) 아래에는(3) 작고 동그란 게 있어요(4).

지도교사 : 그렇지. 고개를 좌우로 돌려서 선을 굿듯이 한번 이어볼까?

남1 : 오호.

남1 학생은 주상절리 이외의 가장 아래층에서 비교적 크기가 작고 동그란 모양의 암석을 발견하였다(1,2). 그런 다음 지도교사는 남1 학생에게 좌우로 시선을 돌릴 수 있도록 유도하였다. 남1 학생은 뒤로 한걸음 물러서서 양손을 번갈아 가며 연속적으로 암석을 가리켰다(3,4).

이 장면은 남1 학생이 주상절리의 가장 아래층을 관찰하다가 백의리 층에 있는 동그란 암석이 존재함을 인지하고 지도교사와 함께 층의 형태로 존재하고 있음을 확인하는 것이다.

나) 형상적 제스처



#216, (08' 01" ~ 08' 08")

지도교사 : 건너편의 주상절리가 어떻게 해서 저렇게 생긴 걸까? 한번 고민해보자.

남1 : 스윽, 스윽 스윽 층층이, 여러번(1,2,3,4).

지도교사 : 여러번

남1 : 조금씩

지도교사 : 어어

C조 남학생이 관찰한 건너편 주상절리의 형성과정에 대해 설명할 때 보여준 형상적 제스처이다. 앞서 지도교사와 함께 주상절리의 층과 층의 경계를 찾아보는 활동을 하였기 때문에 지도교사가 추가로 주상절리의 형성과정에 대해 고민해 볼 것을 제안하였다. 이 때 남1 학생은 의태어를 활용하며 주상절리가 만들어지는 과정을 표현하였다.

남1 학생이 오른손과 왼손을 겹치는 것으로 각각의 층(1)을 나타냈으며 두 손을 반복적으로 겹치는 모양을 보였다(2,3). 처음 주상절리가 만들어지는 과정에서 손을 뒤에서 앞으로 뺄으며(4) 스윽, 스윽, 스윽 등과 같은 의태어와 움직임으로서 초기 생성 과정에 대해 표현하였다.



1



2



3



4

#217, (09' 54" ~ 10' 02").

지도교사 : 주상절리가 어떻게 만들어졌게?

남1 : 슈욱 사악 스스스스스 슈웅(1,2,3,4)

지도교사 : 응

남1 : That's right.

지도교사는 B조의 인솔교사를 겸하여 B조 학생들과 함께 활동하였는데 남1 학생도 지도교사와 함께 활동에 참여하는 모습을 보여주었다. 지도교사는 공통적으로 다시 한 번 주상절리의 생성과정에 대해 질문하였고 이때 남1 학생이 다시 주상절리의 생성과정에 대해 답을 하였다.

이 장면에서도 남1 학생은 음성 언어로 주상절리의 생성과정에 대한 설명대신 의태어로 표현하였다. 그리고 오른손을 아래에서 위로 올리며 (1) 화산이 폭발하는 과정(2), 위에서 아래로 한 번에 기둥 모양으로 손을 내리는 것(3)과 표면에서 기포가 빠져나가는 것을 오른손가락을 사선으로 흔들며 올리는 것(4)으로 표현하였다.

다) 지시적 제스처와 묘사적 제스처





#218, (06' 20" ~ 06' 32").

지도교사 : 주상절리에서 육안으로 보기에 층을 몇 개로 나눌 수 있는지 한번 나누어 봐봐.

남1 : 여기(1) 이쪽(2)에 이렇게 한 부분(3), 저기도 이렇게(4) 하나 더 있는 거 같아요.

지도교사 : 오 그렇지 그렇지.

남1 학생과 지도교사가 함께 관찰해야 하는 주상절리의 층을 나누어 보는 장면 중 일부이다. 지도교사의 제안에 남1 학생이 스스로 층을 가리키고 층의 경계를 따라 손을 좌우로 반복적으로 움직였다(1,2,3,4). 이 장면에서 남1 학생은 층을 가리키는 행위로서 지시적 제스처와 층의 경계를 따라 좌우로 움직이며 경계를 표현하는 묘사적 제스처를 함께 사용하였다.



#219, (29' 47" ~ 28' 50").

인솔교사 : 가운데층은 어떤 것 같아?

남2 : 일단 저길(1) 옆에는 보면(2) 네모 네모한 모양이고 가로로 계속 누워있잖아요(3). 저기까지 다 이어지는 것처럼 길게 뻗어있어요(4).

인솔교사가 남2 학생에게 주상절리 가운데 층에 대해 어떤 것 같은지 질문을 하였다. 남2 학생은 가운데 층(1)을 먼저 가리키는 지시적 제스처를 보였을 뿐만 아니라 가로로 누워있는 것처럼 보이는 층이 아래 방향으로 계속 이어지는 부분을 따라서 손으로 길게 표현하는(2,3,4) 묘사적 제스처도 보였다.

C조는 한탄강 야외지질답사에서 총 19개 장면에서 지시적 제스처 15개, 형상적 제스처 2개, 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례 2개가 있었다. 지시적 제스처의 개수가 15개로 그 빈도가 가장 많았으며 지시적 제스처는 야외지질답사 과정에서 전석, 암석 표본, 구조 등과 같은 구체적인 대상을 지칭하였다. 형상적 제스처는 주상절리의 형성과정에 대한 지도교사의 질문에 대해 C조 조원이 담화와 같은 음성언어가 아닌 의태어를 동반하였다. 이 형상적 제스처는 학생의 움직임을 중심으로 주상절리의 형성과정을 설명하고자 하였다. 지시적 제스처와 묘사적 제스처가 동시에 나타난 사례에서는 특정 대상을 지칭하는 것과 동시에 그 대상의 현재 모습을 시각적으로 표현하고자 하였다.

C조의 야외지질답사 단계에서 보이는 제스처를 비교하면 공통적으로 지시적 제스처가 가장 많이 사용되었으며 지시적 제스처는 두 차례의 야외지질답사에서 모두 구체적인 사물이나 대상을 가리키는 행위로서 사용되었다. 그 중에서도 관악산 야외지질답사는 광물이나 암석을 가리키는 행위가 많았고 한탄강 야외지질답사는 암석과 전석을 가리키는 행위가 많았다. 두 차례 야외지질답사 모두 형상적 제스처와 묘사적 제스처는 그 빈도는 적었다. 하지만 두 번의 야외지질답사에서 형상적 제스처는 야외답사장소의 형성과정에 가장 중요한 아이디어를 제공할 수 있는 역할을 하였다. 예를 들어 관악산 야외지질답사에서 형상적 제스처는 화강



암의 형성과정과 용기과정을 표현하고자 하였고 한탄강 야외지질답사에  
서는 주상절리의 형성과정을 다루었기 때문에 화산 폭발이라고 하는 핵  
심 아이디어를 이끌어 내는데 도움을 주었을 지도 모른다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 모델 및 모델링

##### 가) 지시적 제스처



#220, (26' 36" ~ 26' 39").

여1 : 네 꺼(1)랑 내 꺼(2)랑 바꿔서 볼래?(3,4)

여2 : (웃음) 응

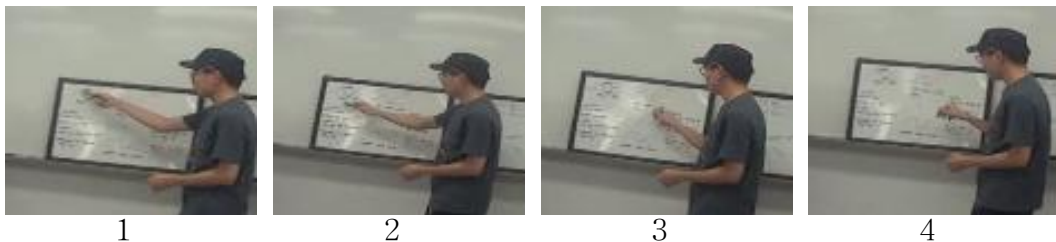
두 여학생이 서로의 개인 모델을 교환할 때 볼 수 여1 학생의 제스처이다. 여1 학생은 손을 뻗어 여2 학생의 개인 모델 활동지를 가리키고 (1,2) 오른손을 모으며 개인 모델을 바꿔서 보자고 제안하였다(3,4). 여2 학생은 머뭇거리는 듯한 낱안으로 잠시 웃었지만 이내 자신의 개인 모델을 보여주며 두 여학생이 개인 모델에 대한 생각을 공유하였다.



#222, (43' 16" ~ 43' 18").

남1 : 난(1) 너희 둘 거(2) 섞어서 쓰면 될 것 같애(3,4).

여2 학생이 여1 학생의 모델을 가리키자마자(1,2) 남1 학생은 두 여학생의 개인 모델을 섞어서 쓰면 될 것 같다는 의견을 제안하였다(3,4). 남1 학생은 이때 두 여학생의 개인 모델을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#223, (1 20' 45" ~ 1 20' 58").

지도교사 : 다음 발표를 들어볼까요.

남1 : 차탄천(1) 인근 지역에는 퇴적물이 있었고(2) 그 다음에 좌상바위에는 화강암(3) 아우라지 인근에는 변성암이 있었습니다(4).

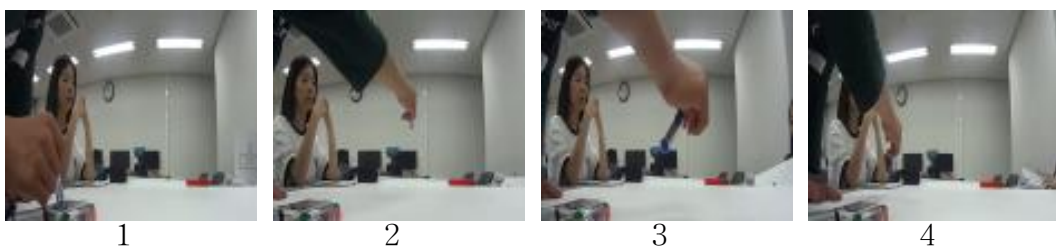
C조의 경우 두 여학생 모두가 개인 모델에서 한탄강 형성과정에 대한 목표 모델과 유사하게 만들었다. 그렇기 때문에 조별 모델에도 두 여학생의 개인 모델이 거의 그대로 반영되었음을 볼 수 있다. C조 중간 조별 모델을 발표할 때 발표자가 보여준 지시적 제스처이다. 현재 한탄강의 위치를 지도로 그렸고 학생들이 방문한 장소를 표시하여 학생들이 관찰한 지점을 손으로 가리켰다(1,2,3,4).



#224, (1 21' 01" ~ 1 21' 15").

남1 : 그런데 여기 일대로 화산이 폭발하여(1) 용암이 흘러들어오게 되었고(2) 그 다음에 현무암이 생성되었습니다. 그리고 오늘날 까지 강물에 의해 침식되어서(3) 지형이 예전에 비해 조금 앞으로 이동하게 되었습니다(4).

지금과 같은 한탄강이 만들어지기 위한 세부적인 과정을 설명하는 과정에서 보이는 발표자의 제스처이다. 화산이 폭발하고(1) 한탄강이 현재와 같은 모습을 갖추게 되는 세부적인 과정을 대략적으로 설명하였다. 남1 학생은 용암, 침식, 강의 위치를 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다(2,3,4).



#226, (1 25' 02" ~ 1 25' 08").

남2 : 이거(1)랑 똑같이 그럴까?

남1 : 똑같이 그리되, 배치만 바꾸면 좋겠어.

남2 : 그림(2) 이거 세 개(3)를 하나로 할게(4).

중간 조별 모델 발표이후에 학생들은 최종 조별 모델을 만들기 전 교과 내용적인 부분에서의 수정 없이 그대로 진행하기로 결정하였다. 최종 조별 모델을 그리는 남2 학생이 보여주는 제스처이다. 기존의 중간 조별 모델을 손으로 가리키며 이와 동일하게 하자고 제안하였다. 최종 조별 모델지에 위치를 각각 가리키고(2,3,4) 관찰한 것을 작성한 곳과 공간을 분리하였다.



#229, (1 49' 31" ~ 1 49' 58").

남1 : 먼저 한탄강 주변에 퇴적물, 화강암, 변성암이 있습니다(1). 이 일대로 용암이 흘러 들어와서 현무암이 생성되고(2) 아우라지 지역에서는 베개용암이 형성됩니다(3). 세 번째로 침식되면서 그 옛날의 지형에 비해 조금씩 지형이 밀려나게 됩니다(4).

최종 조별 모델을 발표할 때 남1 발표자가 보여주는 제스처이다. 발표자는 야외 답사 장소를 각각 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보이면서 관찰하였던 암석을 언급하였다. C조의 최종 조별 모델은 화산 폭발로 인한 용암으로 한탄강이 생성되었다는 것이다.



#230, (1 50' 01" ~ 1 50' 58").

남1 : 조금씩 자세히 설명하면 좌상바위는 먼저 화강암이 용기(1)하고 그 위로 응회암과 현무암이 생성됩니다. 차탄천에서는 상류에서 내려온 것들이 하류에 퇴적되고 퇴적암과 변성암 위에 일부지역에는 बे개용암 (2) 그리고 주상절리가 생성됩니다(2). 아우라지 지역에서는(3) 변성암 위로 बे개용암이 생성되고 이후 계속 용암이 흘러서 주상절리도 생성됩니다(4). 끝.

발표자 남1 학생은 야외 답사 장소를 손으로 반복적으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 이 지시적 제스처는 학생들이 관찰하였던 암석 혹은 구조를 언급할 때 함께 나타났으며 각각의 답사 장소의 형성과정을 가리키기도 하였다.

C조의 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링은 총 11장면에서 모두 지시적 제스처가 사용되었다. 지시적 제스처는 학생들의 개인 모델과 조별 모델 발표에 반영할 내용에 해당하는 것과 그리고 발표자가 조별 모델 발표에서 각각의 단계, 야외 답사 지역 등을 가리키는 행위로서 음성 언어와 함께 동반되었다. C조의 경우 개인 모델 작성 단계에서 조별 모델과 매우 유사한 결과물을 얻었기 때문에 중간에 타인과의 상호작용의 측면에서 어떠한 의견 교환 학생들의 개인 모델이 조별 모델에 그대로 반영되어 최종 모델로까지 발표되었다. 이와 같은 사례에서는 지시적 제스처만 존재했을 뿐 형상적 제스처와 묘사적 제스처 그 어떠한

학생들의 제스처가 동반되지 못하였다.

C조의 경우 관악산 형성과정에 대한 모델링과 한탄강 형성과정에 대한 모델링을 비교하였을 때 두 사례 모두 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았으며 관악산 형성과정에 대한 모델링에서는 형상적 제스처가 있었으며 지시적 제스처와 형상적 제스처가 모두 나타난 사례도 있었다. 관악산을 주제로 진행하였던 앞선 사례에서는 특정 개인 모델이 조별 모델에 그대로 반영되지 않았었기 때문에 학생들의 상호작용과 다양한 제스처의 활용이 있었다.

제스처에 관련한 다수의 연구에서 McNeill(1992)의 Deictic gesture, Metaphor gesture, Iconic gesture, Beat gesture를 기준으로 사용하였다. 하지만 이 연구에서는 지시적 제스처(Deictic gesture)만 물리적으로 같은 의미로 사용하였고 Metaphor gesture, Iconic gesture, Beat gesture를 사용하지 않고 연구결과의 자료를 바탕으로 새롭게 형상적 제스처와 묘사적 제스처로 명명하였다.

그 이유는 다음과 같다. 기존의 제스처에 대한 분류 기준은 과학교육학을 기반으로 진행한 연구가 아니기 때문에 야외지질학습이라고 하는 특정 학습 환경과 맥락을 고려하지 못한다. McNeill(1992)의 분류 기준은 과학교육학을 기반으로 하는 제스처 연구가 아닌 발달 심리학, 행동 심리학, 인지과학 등과 같은 타 학문 기반으로 설계된 것이기 때문에 특수한 학습 환경과 맥락에 그대로 적용하기에는 필연적으로 한계가 존재할 수밖에 없을 것이다. 예를 들어 ‘은유적 제스처’로 번역되는 metaphor gesture는 추상적인 대상을 표현하는 것으로 지질학에서는 추상적인 대상을 표현하는 제스처가 있을 수도 있지만 지질학이라는 학문이 단순히 추상화 하며 나타내는 제스처에 긴 시간의 흐름과 큰 공간적인 규모를 고려한다면 추상적으로 표현하는 것이 아닌 과거의 특정 시간 혹은 공간 규모를 고려하는 등과 같은 의미를 더할 수 있기 때문에 단순히 추상적 제스처로 표현하기에는 한계가 있다. 또 다른 예로서 ‘도상적 제스처’로 번역되는 Iconic gesture는 구체적인 개체나 행동의 이미지를 표현하는

것을 의미한다. 그러나 도상적 제스처는 자칫 비언어적 상호작용의 프린트, 레이아웃, 학생들의 개인 모델 및 조별 모델과 같은 비언어적 상호작용을 위한 양상(mode)과 의미적으로 혼란을 야기할 지도 모른다. 마지막으로 ‘반복적 제스처’로 번역되는 Beat gesture의 경우 분석 단계에서 제스처가 표현하는 의미를 단순히 반복되는 형태로 표현하는 것이 새롭게 명명되는 형상적 제스처, 묘사적 제스처와의 성격이 맞지 않고, 반복적인 제스처가 갖는 과학적 의미 혹은 사회적인 의미 속에 포함될 수도 있기 때문에 이를 제외하였다. 즉, 반복적 제스처는 야외지질학습 상황 맥락 내에서 지시적, 형상적, 묘사적 제스처로 새롭게 제시하는 것과의 표상되는 형태의 유형이 다를 수 있기 때문에 제외하였다.



## 2. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처 특징

두 번째 연구문제는 학생들이 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 보여주는 제스처에 대한 특징을 탐색하는 것이다. 첫 번째 연구 문제에서는 제스처를 상황과 맥락 내에서 기술적인(descriptive)면으로 접근하였다면 두 번째 연구문제에서는 해석적인 접근으로 제스처가 어떤 특징을 나타내는지 탐색하는 것이다. 제스처의 특징은 과학적 개념을 뜻하는 내용적인 면과 사회적인 기능을 뜻하는 기능적인 면으로 세분화하여 제스처의 특징을 전체론적인 관점 내에서 이해하고자 한다.

학생들의 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 제스처의 특징을 탐색하는 과정은 야외 학습 환경뿐만 아니라 교실 학습 환경에서 학생들의 제스처가 교육적으로 의미 있는 움직임이라는 것을 찾고자 하는 것이다. 더욱이 제스처는 타인과 비언어적인 상호작용을 할 수 있는 것으로서 담화로서 의사소통을 집중하기보다 학생들의 제스처라고 하는 또 다른 의사소통의 도구 중에 하나로서 비어적인 측면에 집중함으로써 학생들의 의사소통 과정을 심층적으로 이해하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

이 연구에서는 학생들의 담화를 중심으로 하는 의사소통 과정을 이해하는데 중점을 두기 보다는 비언어적 의사소통 도구 중에 하나로서 제스처가 가지는 교육적 함의를 찾고자 한다. 제스처가 교과 교육 학습의 측면에 있어서 어떤 내용을 얼마나 담아낼 수 있는지에 대한 내용적인 측면과 의사소통의 기능적인 측면으로 구분하여 탐색하고자 하였다.

두 번째 연구문제에서는 첫 번째 연구문제에서 각 조의 사례로서 제시하였던 다면적 상호작용 전사 자료를 바탕으로 전체론적인 관점에서 제스처의 특징에 대해 분석하고자 한다.

제스처는 상황과 맥락을 고려하지 않고 제스처만을 분리하여 탐색하는 것은 무의미한 것일지도 모른다(Norris, 2011). 더욱이, 일반적 상황이라 아니라 야외지질학습과 같은 교육적 목적을 가진 특수한 학습 환경에서

제스처를 탐색한다면 맥락적인 이해 없이 제스처에 대해 질적으로 탐색하기란 거의 불가능할지도 모른다. 그렇기 때문에 이 연구에서는 학생들이 제스처를 표현하는 상황과 맥락을 고려하여 다면적 상호작용 내에서 접근하였다. 학생들은 상호간의 의사소통의 과정에서 다양한 상황을 만들어 내기도 하였다. 다음 표2는 제스처의 특징을 전체론적인 관점을 고려하여 학생들의 사회 기능적인 면과 과학 내용적인 측면을 고려한 결과이다. 두 번째 연구 문제에서는 다면적 상호작용의 전사 자료를 바탕으로 분석 단위 분류, 양상의 밀도(modal density), 활동 연속체(actions continuum), 의미론(semantics)/화용론적(pragmatics) 해석 순서로 접근하였다. 연구 참여자 상호간의 의사소통의 과정에서 나타나는 학생들의 제스처를 중심으로 상호작용을 심층적으로 이해하고자 한다.

표 2. 제스처의 특징

|            |                 |                       |  |
|------------|-----------------|-----------------------|--|
| 제스처의<br>특징 | 사회<br>기능적<br>측면 | 설명<br>(Explain)       | 자연 현상이나 상황에 대한 이해에 도움을<br>줄 때 움직임이다.   |
|            |                 | 주장<br>(Opinion)       | 자연 현상이나 상황에 대한 개인의 의견을<br>나타낼 때 움직임이다. |
|            |                 | 합의<br>(Consent)       | 다른 의견에 대해 동의를 나타낼 때의<br>움직임이다.         |
|            |                 | 반박<br>(Refutation)    | 타인의 의견에 대해 동의하지 않을 때<br>움직임이다.         |
|            |                 | 질문<br>(Question)      | 자신의 궁금증을 나타낼 때 보이는<br>움직임이다.           |
|            |                 | 대안<br>(Alternative)   | 타인의 의견과 다른 견해를 제시할 때<br>움직임이다.         |
|            |                 | 근거<br>(Evidence)      | 주장 혹은 설명을 지지하기 위한<br>움직임이다.            |
|            |                 | 화제 전환<br>(Turn topic) | 맥락의 바뀌는 시작점을 나타내기 위한<br>움직임이다.         |
|            | 과학              | 시각화                   | 현상을 눈으로 볼 수 있는 형태로 표시하기                |

|           |                         |                                      |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| 내용적<br>측면 | (Visualization)         | 위한 움직임이다.                            |
|           | 시간과 공간<br>(Time, Space) | 시간의 흐름 혹은 공간적인 개념을 표현하기<br>위한 움직임이다. |
|           | 정교화<br>(Elaboration)    | 내용을 보다 섬세하게 표현할 때의<br>움직임이다.         |
|           | 반복<br>(Repetition)      | 내용을 연속적으로 나타낼 때의 움직임이다.              |

## 가. A조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사



#3, (4' 12" ~ 4' 14").

남1 : 여기 이 밝은 색 (1,2)돌이 제일 많은 것 같아.(3,4)

남2 : 응

교사는 학생들에게 근처에 돌도 관찰하고 주변을 크게 관찰해 보는 과정에 참여할 수 있도록 유도하는 상황이다. 이때 A조 남1 학생이 주변을 둘러본 이 후(1, 2) 암석을 손으로 가리켰다(3, 4). 다른 조원 남2 학생은 남1 학생이 손으로 가리킨 방향을 쳐다보며 짧게 응답하였다.

#3은 관악산 야외지질답사에서 남1 학생이 앉은 자리 주변에서 암석을 관찰하는 장면이다. 이 상황은 하나의 큰 활동으로 남1 학생이 주변 암석을 가리키는 지시적 제스처가 있다. 이 활동에는 제스처, 음성 언어, 주변 암석과의 물리적 거리를 뜻하는 근접성의 양식이 있다. 제스처는 암석을 관찰하는 큰 활동을 구성하는 하나의 작은 활동으로 분류할 수 있다. 이 지시적 제스처는 작은 활동으로서 근접성과 음성 언어가 동시에 관련되어(interconnected) 나타날 뿐만 아니라 큰 활동의 구성 요소가 된다.

제스처 양식에서 이 지시적 제스처는 야외지질답사에서 두 조원이 처음 관찰 활동을 시작하는 것으로 화제를 전환함과 동시에 남1 학생이 밝은 색 암석을 가리키며 현재 이곳에 분포하고 있는 암석이라는 것을 주장하는 역할을 하였다.



1



2



3



4

#10, (3' 48" ~ 3' 53")

인솔교사 : 관악산 형성과정에 대해서 고민하는 건데 혹시 뭐 배운 거 있어? (1)

남1 : 저번에 그 뭐지, 관입(2)이란 뭐 쌓여가지고 산(3)이 되고 했었는데, 그건 주어진 조건에서 하는 것이고 이거는(4).....

교사가 두 학생들에게 관찰하는 암석이 어떻게 만들어졌는지 배운 적이 있는지, 뭐가 형성되는 과정에 대해 생각해 본 적이 있는지 질문을 하였고(1) 이후 상황에서 학생들이 응답을 할 때 형상적 제스처를 보여주었다. 관입(2)을 배운 적이 있다고 하면서 그 때 배웠던 상황을 서술하는 장면(3)으로서 과거에 특정 지역에 있었을지도 모르는 상황을 손으로 직접 표현하였다. 반면 현재와 같은 조건(4)에서는 말끝을 흐렸다.

#10은 관악산 야외지질답사에서 남1이 관악산 형성과정에 대한 가설을 제시하였다. #10은 관악산 형성과정에 대한 가설을 제시하는 것을 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 활동에서는 제스처, 음성 언어, 조

별 학생과의 근접성 양식이 있다. 작은 활동은 각각 남1 학생이 음성 언어 양식에서 관입, 산, 퇴적 등을 표현하는 것과 동시에 제스처 양식에서 형상적 제스처로서 관입되는 모습과 산을 표현하는 것, 한 손을 펼치는 행동으로서 퇴적되는 현상을 나타내는 것이 각각이 양식에서 대표되는 작은 활동으로 구성되어 있다. 이 활동은 모든 양식이 핵심단계에서 나타는 활동의 연속체를 보였다.

이 지시적 제스처는 #10에서 야외지질답사에서 두 조원의 마주 앉아 가까운 거리에서 큰 움직임 보다는 상호간의 의사교환을 위한 움직임을 보였다. 이 형상적 제스처는 관악산 형성에 대한 하나의 가설 주장하였으며 동시에 현상을 설명하기 위해 과거에 있었을지도 모르는 사건을 시각화 하였다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



#15, (16' 58" ~ 17' 02").

지도교사 : 개인 모델 작성 끝났으면 서로 의견 나누어보자.

남2 : 흠...

지도교사 : 남2는 어떻게 했어? 먼저 이야기 해볼래?

남2 : 일단 해저 화산 활동에서 처음에 어떻게 생겼는지는 모르겠지만 초기엔 뭐 이렇게 있었는데 땅이 융기하면서 한반도가 만들어졌고요.

남2 학생이 자신의 개인 모델을 설명할 때 처음 보여준 제스처이다. 해저 화산 활동으로 만들어진 땅이 융기 하면서 한반도 전체가 형성되었다는 가설을 제시하였다. 이 때 남2 학생은 초기 불특정한 상태를 양손을 모았다가 펼치는 움직임과 융기하는 과정에 대해 양손을 아래에서 위로 올리는 움직임을 보여주었다. 이 형상적 제스처는 관악산 형성과정에 대한 개인 모델을 발표할 때 초기 상태를 양손을 모았다가 펼치는 것으로 나타내는 것뿐만 아니라 융기 과정을 시각화하여 보여주었다.

#15, 이 장면은 남2 학생이 관악산 형성과정에 대한 개인 모델 작성을 끝내고 조원과 자신의 모델에 대한 의견을 공유하는 장면 중 일부이다. 남2 학생은 ‘해저 화산 활동’으로서 자신의 모델을 주장하였고 해저 화산 활동을 표현하는 형상적 제스처를 나타냈다.

이 장면은 남2 학생이 자신의 개인 모델을 발표하는 큰 활동이다. 이 활동에서 양식의 종류는 내부 요인으로 음성 언어, 제스처 그리고 외부 요인으로 근접성, 프린트(개인 모델 활동지)로 구분할 수 있다. 활동의 밀도는 양식의 강도와 복잡성의 합으로 표현된다. 양식의 강도는 참여자가 구체적인 활동 내에서 양식의 무게나 힘이 실릴수록 양식의 강도가 증가하기 때문에 양식의 종류가 다양하고 많은 종류의 양식의 나타날수록 양식의 강도는 증가한다. 양식의 복잡성은 다양한 양식들의 상호 보완관계처럼 밀접하게 연관된 것을 뜻한다. 많은 양식이 나타날수록 양식의 복잡성 또한 증가한다. 그렇기 때문에 이 장면에서 하나의 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트로 구성된 양식의 종류와 남2 학생이 개인 모델을 발표하는 상황에서 네 가지 양식을 모두 사용하는 것으로서 양식의 강도와 복잡성을 가지고 핵심단계(foreground)에서 모든 양식이 나타난다.

이 장면에서 형상적 제스처는 화산 활동 모델을 주장하기 위한 낮은 활동 중 하나로서 구성되어 있다. 이 형상적 제스처는 상호작용의 의미론적 관점에서 화산 활동 모델을 음성 언어와 함께 구조화 한다.



1



2



3



4

#26, (49' 38" ~ 49' 54").

지도교사 : 조별 모델 어느 정도 만들어봤으면 조금 세부적인 질문도 한번 해볼까? 궁금한 게 있어서

남1 : 네

지도교사 : 아까 포획암에 대해서 이야기 하다가 다 안 끝냈던 것 같아서 밝은 부분이랑 어두운 부분이 있었잖아.

남1 : 네

지도교사 : 그러면 둘 중에 밝은 부분이 먼저 생겼거나 아니면 어두운 부분이 먼저 생겼거나 그것도 아니면 동시에 짙하고 생겼겠지. 어떻게 해서 포획암이 생겼을지?

남1 : 흠, 일단 먼저 밝은 부분(1)이 먼저 생겼다면 검은 부분이 관입(2)이 되어서 속에 들어간 다음에 침식(3)을 받아서 표면에 드러나서 보이는 것(4) 같아요.

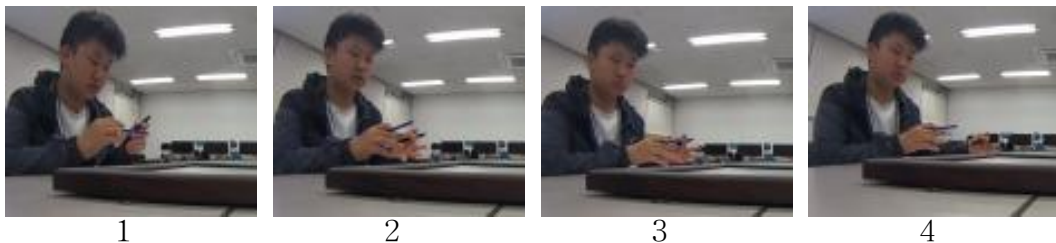
지도교사는 각 조의 모델을 만드는 과정을 전체적으로 지켜보다가 A조 학생들이 조별 모델을 어느 정도 만들었다고 판단하여 먼저 다가가여 학생들에게 추가적인 질문을 하나 하였는데 이 때 이에 대한 응답을 하면서 남1 학생이 보여준 제스처이다. 지도교사는 포획암의 생성 기작에 대해 질문하였고 이에 대해 교사에게 남1 학생이 개별적으로 설명해 주는 모습 중의 일부이다. 왼손을 일부 펼쳐서 처음 존재하고 있는 암석이 있었고(1) 오른손은 주먹을 쥐며 다른 암석과 접촉부가 생기는 지점(2)을 표현함과 동시에 왼손이 오른손을 감싸는 형태를 보여줌으로서 포획



되는 것을 보여주었다. 마지막으로 오른손은 원형을 그리며 회전하는 모습으로서 접촉부 바깥면의 침식이 일어나는 것(3,4)이라고 설명하였다.

#26, 이 장면은 남1 학생이 포획암의 존재와 형성에 관한 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 지도 교사와의 근접성 세 가지 양식이 있다. 포획암에 대해 남1 학생의 설명하는 과정에 음성 언어를 동반한 제스처가 있었다. 작은 활동은 음성 언어 양식에서 ‘밝은 부분’, ‘검은 부분’, ‘관입’, ‘침식’ 등을 표현하는 것과 제스처 양식에서 암석의 단면, 관입, 침식 작용을 표현하는 움직임이다. 이 작은 활동들은 모두 핵심단계에서 나타났을 뿐만 아니라 포획암의 형성과정을 설명하는 하나의 큰 활동을 구성하였다.

이 형상적 제스처는 과학적 모델 및 모델링에 참여하는 교실 환경에서 포획암의 형성과정을 주장하고 설명할 뿐만 아니라 포획암을 시각화 하였다.



#27, (18' 29" ~ 18' 35").

남2 : 한 광물 입자가 상류 보다 훨씬 높은 정상부근에서 계곡(1)을 따라서 퇴적(2)되었을 텐데 무게에 따라서 퇴적되는 위치가 다를 것이라고 생각해서 무거운 것은 비교적 위에 쌓이고(3) 가벼운 것은 멀리까지 내려가면서 퇴적(4)될 것이라고 생각합니다.

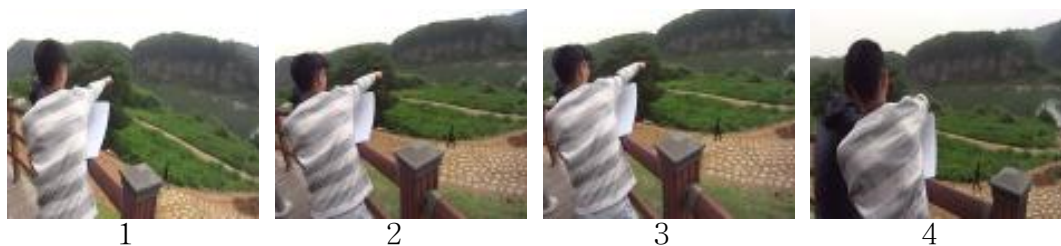
광물 입자를 관찰한 부분에 대한 설명과정에서 보여주는 제스처이다.

광물 입자는 산 정상 혹은 산 위에서부터 침식되면서 계곡(1)을 따라 퇴적되면서 내려왔을 것(2,3,4)이라고 추측하면서 이를 설명하는 과정에서 양손을 왼쪽에서 오른쪽으로 뚫으며 무게에 따라 퇴적되는 위치가 차이가 있음을 보여줄 뿐만 아니라 가벼운 입자는 멀리까지 내려간다는 상황을 언급하며 왼손을 멀리까지 뻗고 있다(4). 이 과정에서 보여주는 묘사적 제스처는 광물의 입자의 무게에 따라 퇴적되는 것을 표현하였다.

#27, 이 장면은 남2 학생이 야외지질답사 단계에서 광물 입자를 관찰하고 광물 입자가 현재와 같이 존재하게 된 과정을 추론하는 것이다. 이 장면은 광물 입자를 관찰할 수 있었던 것을 나타내는 큰 활동이다. #27은 남2 학생의 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트(개인 모델) 양식이 있다. 작은 활동은 각각 음성 언어 양식에서 광물의 퇴적 작용과 제스처에서는 계곡과 지속적으로 퇴적되는 과정이다.

이 묘사적 제스처는 야외 답사 단계에서 학생들이 관찰할 수 있었던 광물의 퇴적작용을 시각화하여 설명하였으며 퇴적 작용을 보다 정교화하였다.

### 3) 한탄강 야외지질답사



#45, (04' 40" ~ 04' 46").

남1 : 저기(1) 밑에 검은색 부분 저기(2)는 조금 다른데?

남2 : 어디?

남1 : 저기(3) 구멍 뚫린 것처럼 어두운 부분(4).

배개용암을 관찰하는 중에 배개용암의 일부분이 마치 구멍(3)이 뚫려 있는 것처럼 부서진 지형을 손으로 가리키는 지시적 제스처가 있었다(1,2,3,4). 남1 학생이 먼저 보고 남2 학생에게 음성 언어로 언급하며 위치를 가리키는 제스처를 동반하며 알려주었다.

#45는 한탄강 야외지질답사에서 배개용암을 관찰하는 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 관찰 지점까지 거리의 근접성이 양식으로 존재한다. 음성 언어 양식에서 작은 활동은 ‘검은색 부분’, ‘다른데?’, ‘구멍 뚫린 것처럼’, ‘어두운 부분’을 언급하는 것이다. 제스처 양식에서는 반복적으로 가리키는 행위로서 지시적 제스처가 있다. 이 지시적 제스처가 음성 언어와 동반되어 특정 부분을 가리키는 작은 활동이 있다. 이 큰 활동 핵심 단계에서 양식의 밀도가 가장 높게 나타난다.

이 지시적 제스처는 한탄강 야외지질답사 #45 장면이다. 이때 이 지시적 제스처는 야외 답사 단계에서 학생들이 관찰하는 지점에 대한 질문과 배개용암을 반복적으로 가리켰다.



#49, (11' 56" ~ 12' 15").

남1 : 화성암인데...(1) 화산(2)이 덮은 형태(3)가 되어야 할 것 같은

데...그리고 화산이 폭발하거나..

남2 : 흠..

남1 : 화성암은 마그마가 굳어서 되는 걸 이야기 하고(4) 그 안에 화산암이 있고, 화산암은 표면에서 이게 나와서 굳어서 되는 거지.

학생들이 각자 스케치한 것을 바탕으로 암석의 분류와 암석의 특징에 관해 토의하는 중에 보였던 제스처 중 일부이다. 화성암(1)에는 마그마가 식어서 생성(4)된 것과 화산 폭발로 만들어지는 분출암을 표현(2,3)할 때 보이는 제스처 중 일부이다 즉, 마그마가 굳어서 형성된 것과 화산 폭발로 형성된 것을 표현하였다. 남1 학생의 형상적 제스처는 화산이 덮은 형태를 손을 좌우로 움직이는 것으로 표현하고자 하였다.

#49는 아우라지에서 배개용암을 관찰하고 남1 학생이 암석의 특징을 설명하는 큰 활동에 대한 것이다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 프린트(야외 관찰 활동지), 근접성 양식으로 구성되어 있다. 음성 언어 양식에서는 ‘화성암’, ‘화산’, ‘형태’, ‘마그마가 굳어서 되는 것’과 작은 활동이 있다. 제스처에서는 화성암, 분출암, 마그마를 표현하는 작은 활동이 있다. 두 학생은 한 걸음 정도 떨어진 거리에 있는 근접성을 보였으며 야외 관찰 활동지 프린트에 스케치한 것을 기반으로 작은 활동이 만들어져 있다.

큰 활동은 배개용암 및 관찰 지역의 생성과 관련된 것이다. 큰 활동은 네 가지 양식에서 각각의 작은 활동이 구성되어 이루어져 있다. 형상적 제스처는 한탄강 인근 배개용암을 관찰하였던 지역의 암석의 특징과 생성과정에 대한 설명을 하는 것뿐만 아니라 암석의 생성과정을 근거로 활용하였다.

이 활동에서는 양식의 밀도를 네 가지 양식을 기반으로 표현할 수 있으며 활동의 연속체는 핵심 단계에서 이 지역의 생성과정을 다루고 있다.



1



2



3



4

#50, (18' 18" ~ 18' 25").

남2 : 저(1) 샘플 돌은 어떻게 만들어졌을까요?

인솔교사 : 돌이 생성되는 방법이 많잖아(2). 돌을 구성하는 성분도 다양할 것이고, 그래서 같은 암석이라고 하더라도 똑같은 것은 잘 없어.

남2 : 저것(3)도 만들어지지 않았을까요.

남2는 인솔교사에게 암석 표본(샘플) 돌의 형성에 대해 질문하였고(1) 인솔교사가 대략적으로만 언급하자(2) 남2 학생이 생각하는 형성 과정에 대해 짧게 대답하는 상황에서 볼 수 있는 제스처이다(3,4). 처음 남2 학생이 암석 표본을 가리키는 지시적 제스처(1)와 스스로 생각하기에 암석이 용기해서 만들어졌을 것이라고 추측하며 오른손을 아래에서 위로 올리면서 올라오는 과정을 표현(4)하고자 하였다.

#50은 좌상바위 인근에서 학생들이 전석과 암석 표본을 비교 및 대조하는 과정에서 볼 수 있는 상황이다. #50은 암석 표본의 생성, 암석의 전반적인 생성 과정에 대한 큰 활동으로 간주할 수 있다.

#50은 남2 학생이 인솔교사와 함께 암석 표본의 생성 과정에 대해 다루는 것으로서 음성 언어, 제스처, 인솔교사와의 근접성 양식이 있다. 음성 언어는 ‘샘플’, ‘돌’, ‘만들어졌을까요?’, ‘저것’, ‘올라오다’ 와 같은 작은 활동이 있다. 더욱이 이 장면에서는 지시적 제스처와 형상적 제스처가 동시에 나타났다. 제스처 양식에서는 암석 표본을 가리키는 작은 활동과 손을 올리는 작은 활동이 있다. 인솔교사와는 한 걸음 가량 떨어진 거리

를 유지하고 있다.

양식의 밑도는 음성 언어, 제스처, 근접성 세 가지가 함께 나타났으며 암석 표본의 생성과정이라고 하는 것을 다루는 것으로 하나의 큰 활동이 핵심 단계에 나타났다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



#56, (1 08' 58" ~ 1 09' 01").

남1 : 애도 화산(1)이고 애도 화산(2)으로 여기에(3) 그냥 그리면 될 것 같애(4).

이 제스처는 A조 중간 조별 모델에 두 번의 화산 폭발(1,2)을 그림으로 표현할 때 직접적으로 위치를 가리키는 행위이다(3,4). A조 학생들은 쉬는 시간 이후에 조별 모델을 만드는데 이 때 두 학생이 논의했었던 화산 폭발 모델을 서술할 때 보이는 것으로서 남1 학생이 직접 화산 폭발에 관하여 가리키는 행위로서 화산 폭발을 표현하였다.

#56은 교실환경에서 A조 학생들이 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링을 참여하는 장면 중 일부이다. #56은 화산 폭발 모델을 조별 모델로 작성하는 큰 활동이다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 두 학생의 근접성, 프린트(조별 모델 활동지) 양식으로 구성되었다. 각각의

양식은 또 다른 작은 활동으로 이루어져 있다. 음성 언어는 ‘화산’ 이라는 작은 활동, 제스처는 조별 모델을 그려야하는 행위로서 작은 활동, 두 학생은 한 걸음이 되지 않는 가까운 거리의 근접성과 조별 모델 활동지의 정지된 활동으로 구성되었다. 뿐만 아니라 테이블, 수업 자료 등과 같이 또 다른 정지된 활동이 함께 어울려져 있다.

양식의 밀도는 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트는 네 가지로 구성된다. 더욱이 조별 모델 구성 과정에서 화산 폭발 모델을 주장할 때 지시적 제스처가 반복적으로 나타났다. 화산 폭발 모델로서 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 조별 모델 활동지가 상호간에 작은 활동으로서 채워주는 것이다. 화산 폭발 모델은 핵심 단계에서 모두 표현되었다.

이 활동에서 지시적 제스처는 화산 폭발 모델을 주장하였으며 반복적으로 표현하였다.



1



2



3



4

#63, (32' 34" ~ 33' 15").

남1 : 우선 처음에 이렇게 퇴적층이 있었어(1). 그 다음에 하천이 먼저 생겼을까 화산이 먼저 생겼을까, 그게 우선 중요한 게 아닐까, 네가 보기엔 어때? 하천이 먼저야 화산이 먼저야?(2)

남2 : 나? 흠..... 나는 당연히 화산이 먼저지

남1 : 그러면 화산이 뭐 이런 식으로 만들어지고(3), 생겼겠지. 그러면서 여러 번의 화산활동이 있었어(4).

조별 모델을 만드는 과정에서 과거로부터 시간 순서대로 한탄강이 형



성되기까지의 과정을 기술할 때 보이는 남1 학생의 제스처 중 일부이다. 남1 학생은 초기 퇴적되어 있는 상황을 나타내기 위해 손을 좌우로 움직이며 그림으로 나타내었다(1). 두 번 이상의 화산 폭발과 빗물로 인해 물이 존재한다는 흐름에 관하여 다른 조원의 의견을 구할 때 자신의 손을 앞으로 뻗으면서 묻는 행위(2)와 더불어 화산 폭발은 반복적으로 일어나야 한다는 것에서 화산을 뜻하는 삼각형 형태의 모양으로 표현했다(3,4).

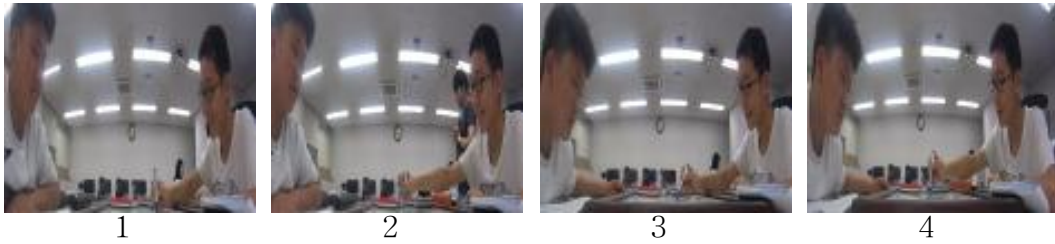
#63은 남1 학생이 조별 모델을 합의하는 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 두 남학생이 책상 하나 간격의 근접성, 레이아웃(그림과 문자 등을 배열하여 자유롭게 표현한 것)의 양식으로 구성되어 있다. 음성 언어는 ‘퇴적층’, ‘화산’, ‘화산활동’과 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 ‘퇴적층’, ‘화산’, ‘화산의 생성’, ‘화산활동’을 표현하는 작은 활동이 있다. 같은 조원, 두 남학생은 책상 하나 간격의 근접성을 보인다. 레이아웃은 ‘퇴적’, ‘화산’을 뜻하는 그림과 글로 작은 활동들이 이루어져 있다.

양식의 강도는 남1 학생의 음성 언어가 가장 강할지도 모른다. 음성 언어만을 전사한 자료에서 작은 활동들을 중심으로도 많은 의사를 표현하는 것일지도 모른다. 하지만 ‘이런 식으로 만들어지고’와 같이 음성 언어로 표현이 다 되지 않는 부분은 레이아웃의 그림 혹은 남1 학생의 형상적 제스처와 같이 다른 양식의 작은 활동들과 함께 보완적으로 의미를 형성한다. 그렇기 때문에 양식의 복잡성은 음성 언어, 제스처, 레이아웃이 상호 연관되어 하나의 큰 활동을 만드는데 도움을 주고 있다.

활동의 연속체에서 핵심 단계에서 퇴적층과 화산의 존재에 대해 언급이 시작되고 이후 다른 조원의 동의와 더불어 화산 폭발 모델을 정립하는 과정이다.

#63의 큰 활동에서 형상적 제스처는 화산 폭발 모델에 대한 질문과 합의와 퇴적층의 존재를 시각화, 모델 형성과정에 대한 시공에 대한 개념을 묵시적으로 나타냈으며 화산폭발 모델을 정교화 하였다.





#70, (49' 22" ~ 49' 44").

남1 : 일단 처음에 평지처럼 퇴적층이 있었어(1). 그리고 화산이 이렇게 화산이 폭발(2)~ 이렇게 폭발했어. 그리고 그렇게 해가지고...(3)

남2 : 응응

남1 : 어 그렇게 해서 비가 와서 물이 얼고 녹고 하면서 팽창하기도 하고 다시 물이 계속 녹으면서 파였어(4). 이게 반복 되어서 쭉 이어지는 거야.

남1 학생도 초기 평지와 같이 퇴적층의 존재를 펜을 쥐고 손을 좌우로 움직이는 것(1), 화산 폭발을 위로 포물선 모양을 그리며 나타내는 것(2,3)과 마지막으로 비가 내리고 물리적 풍화작용이 있어서 사선으로 펜을 쥐고 손을 움직이는 행위(4)를 한탄강 형성과정에 대한 모델을 설명하기 위해 형상적 제스처를 사용하였다.

#70은 남1 학생이 조별 모델을 완성하는 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 두 남학생의 근접성, 레이아웃 양식으로 구성되어있다. 음성 언어는 ‘퇴적층’, ‘화산 폭발’, ‘결빙과 해빙’을 표현하는 작은 활동으로 표현한다. 제스처는 형상적 제스처로서 ‘평지와 같은 퇴적층’, ‘화산 폭발’, ‘화산 폭발을 반복적으로 표현’, ‘침식’을 표현하는 작은 활동이 있다. 두 남학생은 레이아웃을 표현할 수 있는 보드를 가운데 두고 있는 매우 가까운 거리에 있다. 레이아웃에는 초기 퇴적, 화산 폭발, 침식을 표현하는 글과 그림이 있다.

양식의 강도는 남1 학생의 음성 언어가 가장 강할지도 모른다. 음성 언어는 초기 퇴적, 화산 폭발, 물에 의한 풍화와 침식 작용을 작은 활동으로 각각 표현하였다. 제스처도 초기 퇴적층의 존재, 화산 폭발, 풍화와 침식 작용을 각각 표현하였다. 레이아웃에서는 음성 언어와 제스처가 표현한 것을 글과 그림의 형태로 요약하여 작은 활동의 형태로 표현되었다. 양식의 복잡성은 작은 활동들이 함께 상호 연관되어 의미를 형성할 때 도움을 줄 수 있을 지도 모른다.

활동의 연속체에서는 핵심 단계에서 퇴적, 화산폭발 현상을 표현하는 것과 두 학생이 동의하는 상황이고 이후에 풍화 혹은 침식의 단계로서 이어진다.

#70의 큰 활동에서 형상적 제스처는 화산 폭발 모델에 대한 합의와 화산 폭발 모델의 시각화, 조별 모델의 정교화, 화산 폭발 모델의 반복, 그리고 과거에서부터 시간의 순서대로 표현하였다.

다면적 상호작용을 중심으로 A조 관악산과 한탄강 야외지질답사 사례에서는 양식에서 차이가 있었다. 관악산 야외지질답사에서는 음성 언어, 제스처, 근접성이 대표적인 양식의 종류로서 학생들은 음성 언어와 제스처로서 작은 활동을 구성하였다. 근접성은 학생들 혹은 관찰지점과의 거리가 매우 가까운 것으로서 근접성의 변화가 거의 없었다. 반면에 한탄강 야외지질답사에서는 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트가 대표적인 양식의 종류이다. 학생들은 음성 언어, 제스처, 프린트, 근접성 모든 양식에서 작은 활동을 구성하였다. 한탄강 야외지질답사의 경우에는 학생들의 전석을 가져오고 활동에 참여하였다. 또한 좌상바위와 아우라지에서 근접성이 크게 발생할 수 있는 먼 거리에서 지질학적 구조를 관찰하고 특징을 탐색하는 것뿐만 아니라 차탄천 인근에서도 강 건너편에서 근접성이 큰 상태에서 관찰하는 것과 강을 건너가서 근접성이 감소하는 상태에서 관찰하는 것을 모두 실시하였기 때문에 근접성에도 변화가 있었다. 더욱이 학생들의 야외 관찰 활동지와 같이 프린트도 경우에 따라서

특징을 발표하고 정리하였었기 때문에 이로 야기되는 작은 활동들 또한 많았다.

각각의 큰 활동에서 양식의 수 차이는 필연적으로 양식의 강도 혹은 양식의 복잡성에서 차이를 만들어내기 때문에 양식의 밀도도 차이가 발생할 수밖에 없다. 하지만 양식의 강도, 복잡성, 두 개의 합인 양식의 밀도는 절대적인 값이 아니라 큰 활동과 작은 활동으로 분류한 이후 큰 활동을 중심으로 하는 상대적인 값이기 때문에 특정 두 큰 활동을 두고 비교하는 것은 불가능하다(Norris, 2004). 하지만 관악산과 한탄강 야외지질답사에 참여한 A조 학생들이 음성 언어와 제스처는 공통적으로 사용되는 반면 근접성과 프린트 양식에서는 차이가 보였다.

두 차례 야외지질답사에서 양식의 종류 중에 하나인 제스처, 그리고 작은 활동으로 간주할 수 있는 각각의 제스처를 중심으로 관악산과 한탄강 야외지질답사를 비교할 수 있다. 야외지질답사에서는 연구 문제 1번에서 밝혔듯이 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았다. 관악산 야외지질답사에서 각각의 작은 활동으로 큰 활동을 구성할 수 있는 지시적 제스처는 화제전환, 질문, 주장, 설명 등의 역할을 하였다. 형상적 제스처는 현상을 시각화 하거나 혹은 특정 현상을 정교화 하는 데 도움을 주었다. 한탄강 야외지질답사에서 지시적 제스처는 질문, 주장, 설명, 근거의 역할을 하였고 형상적 제스처는 관찰하거나 관찰한 곳의 과거 지형에 대해 시각화 하였을 뿐만 아니라 반복하거나 시간과 공간의 부분을 묵시적으로 드러냈다.

야외지질답사에서 나타나는 제스처는 구체적인 대상, 물체 등을 가리키는 행위와 그것을 시각화하여 표현하고자 하는 것뿐만 아니라 시간과 공간적인 개념을 음성 언어를 동반하거나 혹은 음성 언어를 동반하지 않고 드러냈다.

다면적 상호작용을 중심으로 A조 관악산과 한탄강 과학적 모델 및 모델링에서는 두 경우 모두 음성 언어, 제스처, 프린트, 레이아웃, 근접성이 대표적인 양식으로 사용되었다. 두 차례 모델 및 모델링에 참여한 학생들이 보여주는 제스처는 공통적으로 양식의 종류와 밀도가 야외지질답사

이상으로 나타났다. 또한 모델 형성과정에서 A조 학생들은 조별 모델이 완성되거나 혹은 조별 모델을 발표할 때를 제외하고 핵심 단계에서 큰 활동의 밀도가 가장 높게 나타났다. 과학적 모델 및 모델링 단계에서는 두 주제 모두 형상적 제스처 혹은 묘사적 제스처에서 주어진 현상을 시각화하여 표현할 뿐만 아니라 시간과 공간의 개념을 묵시적으로 나타냈다.

## 나. B조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사



#77, (05' 45" ~ 05' 57").

지도교사 : 뭐가 보여?

남1 : 그냥 여기(1) 색깔만 다른 것 같기도 하고

지도교사 : 어, 색깔이 다른 것 같기도 하고

남1 : 이거(2) 다른 돌이에요?

지도교사 : 어떤 거랑 어떤 거?

남1 : 애(3)랑 애(4)요.

지도교사 : 네가 보기에어는 어때? 다른 것 같애 같은 것 같애?

남1 : 흠.....

남1 학생은 자신이 밟고 있는 곳에서 검정색으로 보이는 부분과 밝은 색으로 보이는 부분을 계속해서 관찰하고 있었다. 지도교사는 먼저 남1 학생에게 다가가서 관찰하고 있는 것에 대해 질문하는 것으로 시작하였다. 남1 학생은 검정색과 밝은 색의 경계를 직접 손으로 가리키며 두 암석이 다른지 교사에게 질문도 하였다(1,2). 스냅 샷은 밝은 부분(3)과 어두운 부분(4)을 가리키는 것으로서 지시적 제스처를 나타내는 것이다. 지시적 제스처는 남1 학생의 자리에서 밝은 부분과 어두운 부분을 찾아

서 가리키는 행위이다.

#77은 관악산 야외지질답사에서 남1 학생이 자신이 서 있는 장소를 기준으로 하여 암석을 관찰하는 활동에 참여하였다. 남1 학생이 암석을 관찰하는 것을 큰 활동이다. 이 활동에는 음성 언어, 제스처, 지도교사와의 근접성 양식이 있다. 음성 언어 양식에는 ‘여기’, ‘색깔’, ‘다른 것 같기도 하고’, ‘이거’, ‘애’를 언급하는 작은 활동이 있다. 제스처 양식에는 지시적 제스처로서 어두운 부분과 밝은 부분을 직접 가리키는 행위로서 작은 활동이 있다. 지도교사와는 한 걸음 정도의 거리를 유지하고 있는 근접성을 보였다. 제스처와 음성 언어가 양식의 강도에서 두드러졌으며 핵심 단계에서 모든 양식이 한 번에 나타났다.

#77 지시적 제스처는 관악산 야외지질답사에서 남1 학생이 어두운 부분과 밝은 부분을 관찰하는 것으로의 화제 전환과 질문에 대한 역할과 어두운 부분과 밝은 부분을 반복하였다.



#88 , (07' 48" ~ 07' 51").

여1 : 여기는 전체적으로 하나로 이루어진 것 같아요(1,2). 전체가 화강암으로 되어있는 것 같고(3) 틈틈이 갈라진 거랑 넓게 분포하고 있고 뭐 전반적으로 다 연결된 것 같아요(4).

지도교사에게 여1 학생이 다가와서 현재 우리가 있는 이곳이 전체적으로 하나의 덩어리로 이루어진 것 같다고 표현할 때 보여주는 묘사적

제스처이다. 지도교사는 학생들에게 암석을 관찰할 때 작은 단위로도 관찰함과 동시에 우리가 보는 이 지역을 조금 넓은 스케일로도 볼 것을 제안하였었다. 이때 여학생이 보여준 제스처는 양손을 펼쳤다고 모으고 (1,2) 왼 손을 위로 올렸다가(3) 내리면서(4) 전체적으로 현재 이곳이 하나의 암체로 이루어진 것을 표현하였다.

#88은 계곡 상류에서 여1 학생이 주변 지형에 대해 묘사하는 것을 하나의 큰 활동으로 간주할 수 있다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 관찰하는 곳과의 근접성 양식으로 구성되어 있다. 음성 언어 양식에는 ‘여기’, ‘전체적으로’, ‘하나’, ‘화강암’, ‘넓게 분포’, ‘연결됨’이 작은 활동으로 분류할 수 있다. 묘사적 제스처는 이 곳 지형을 각각 표현하는 움직임으로서 작은 활동이 구성되어 있다. 근접성은 여1 학생이 계곡 상류 답사 장소에서 관찰하는 것으로 작은 활동으로 표현할 수 있다.

양식의 밀도는 음성 언어, 제스처, 근접성을 기반으로 하며 활동의 연속체는 핵심 단계에서 드러난다.

#88에서 묘사적 제스처는 현재 학생들이 관찰하는 장소를 시각화하였고, 공간적인 규모의 표현뿐만 아니라 화강암이 하나의 암체로 존재하고 있음을 주장하는 역할을 하였다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



#98, (1 21' 40" ~ 1 21' 44").

남1 : 다시 그럼 포획암은 어떻게 된다고 한 거지?(1)

여1 : 포획암은 기본적으로 관입인데, 여기서(2) 이렇게 관입하면서 밝은 거(3)랑 어두운 게(4) 이렇게 생겼어.

포획암이 만들어지는 과정에 대해서 여1 학생이 설명할 때 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 관입되는 것으로서 설명하고자 하였고 포획암의 위치를 왼손으로 가리킴(2)과 동시에 두 암석이 경계가 되는 지점을 지속적으로 가리켰다(3,4). 이 지시적 제스처는 관입으로 생성되는 포획암을 가리키고 그 경계가 되는 지점을 알려주는 행위이다.

#98, 이 장면은 포획암의 형성과정을 설명하는 여1 학생의 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 프린트(조별 모델 활동지), 근접성 양식으로 구분할 수 있다. 음성 언어 양식에서는 ‘포획암’, ‘관입’, ‘밝은 것’, ‘어두운 것’, ‘생겼어’의 작은 활동으로 분류할 수 있다. 제스처 양식에서 이 지시적 제스처는 포획암, 여기, 밝은 것, 어두운 것, 이렇게와 같이 각각의 또 다른 작은 활동으로 분류할 수 있다. 근접성은 교실 환경에서 학생들이 책상을 가운데 두고 둘러 앉아 있는 상황이다. 조별 모델에 대한 초안을 대략적으로 표현해두었기 때문에 조별 모델을 담고 있는 프린트 양식에서도 작은 활동으로 구분하였다.

이 장면에서 양식의 강도는 제스처가 가장 강할지도 모른다. 음성 언어는 각각의 단어로서 의미론적 접근을 하였다면 이렇게로 표현되는 의미론적 접근에 제스처가 하나의 작은 활동으로 과정을 제시하는 화용론적 접근을 함께 다루어서 다면적 상호작용을 해석할 수 있도록 한다. 그렇기 때문에 단순히 의미론적 수단에 그치는 것이 아니라 지시적 제스처가 반영되어 양식의 강도를 더욱 강하게 만들어주는 것일지도 모른다. 활동의 연속체는 모든 양식이 함께 나타나는 것으로 핵심 단계에서 포획암의 생성에 관한 큰 활동을 나타낸다.

이 장면에서 지시적 제스처는 포획암 형성과정에 대한 질문, 설명하고



내용을 반복하였다.



#101, (23' 02" ~ 23' 11").

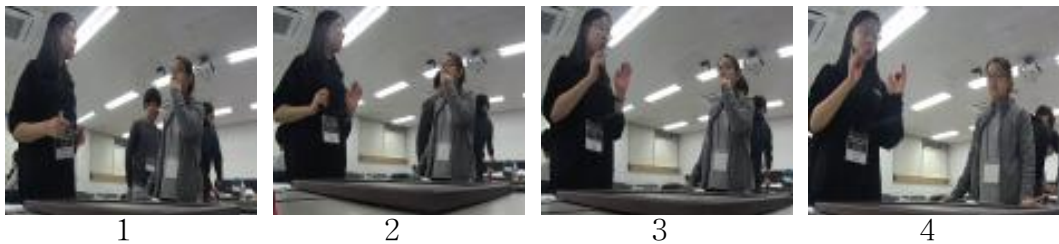
여1 : 나는 일단 살짝 그렇다고 생각해. 이게 그 쥬라기 시대의 화강암이라고 하잖아(1). 편평한 지반(2)과 언덕이 있던 지반에 단층(3)이 있었고 그 지반에는 쥬라기 이전에 생긴 변성암들이 있었겠지(4).

여학생이 자신의 개인 모델을 발표할 때 보여주는 제스처이다. 양손을 아래로 내리며 편평한 지반(1,2)을 나타냄과 동시에 지질시대와 대표 암석을 언급하는 것으로 첫 번째 단계를 설명한다. 두 번째 초기 상태에서 지반과 단층 등을 이야기 하며 양손을 좌우로 펼쳤다가 모으는 손동작을 보여주었다(3,4). 더욱이 단층과 같이 특정 구조의 유무를 설명할 때 오른손을 사선방향 아래로 표현했다. 지반에 또 다른 암석의 존재는 이전 지질시대를 언급하는데 이 때 양손 모두를 왼쪽으로 움직이며 시간을 거슬러 가는 상황을 나타냈다. 이 장면에서 여1 학생이 보여주는 형상적 제스처는 관악산 형성과정을 설명하기 위한 기초 단계로서 과거에 있었던 상황, 모습 등을 이미지화 하는 것으로 사용했다.

#101은 여1 학생이 자신의 개인 모델을 발표하는 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 프린트(개인 모델 활동지), 근접성(조별 구성원) 양식이 있다. 음성 언어 양식에서는 ‘쥬라기 시대’, ‘화강암’, ‘지반’, ‘단층’, ‘변성암’과 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 과

거 초기 편평한 지반의 존재, 단층과 같은 특정 구조, 시간의 흐름을 나타내는 작은 활동이 있다.

큰 활동의 양식은 네 가지가 구성되었으며 핵심 단계에서 여1 학생의 개인 모델을 설명하였다. 형상적 제스처는 음성 언어로 표현된 것 이외의 과거 상황에 대한 표현, 시간의 흐름을 나타낸 것으로 시간과 공간, 현상의 시각화, 관악산 형성과정에 대한 과거 상황에 대해 설명하였다.



#107, (36' 55" ~ 33' 57").

여2 : 그런데 화강암의 수직 움직임은 왜 일어나?

여1 : 지구 내부의 힘(1,2)으로 이렇게(3) 올라간다고(4) 하면 돼.

중간 조별 모델을 작성하는 중에 화강암의 수직적인 움직임에 대한 근원을 여2 학생이 질문하였다. 여1 학생은 지구 내부의 힘(1,2)으로 올라간다(3,4)고 언급하면서 동시에 양손을 모았다가 위로 올리는 동작을 반복하였다. 스냅 샷은 지구내부의 힘을 받아서 융기하는 과정을 설명할 때 보이는 형상적 제스처이다.

#107은 여1 학생이 융기의 움직임을 설명하는 큰 활동이다. 이 큰 활동에는 음성 언어, 제스처, 근접성 세 가지 양식이 있다. 음성 언어는 ‘화강암’, ‘수직 움직임’, ‘왜’, ‘지구 내부’, ‘힘’, ‘올라간다’ 와 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 지구 내부의 힘, 융기 과정을 작은 활동으로 한다. 두 여학생은 한 걸음 정도 되는 물리적인 거리로서 근접

성을 보였다.

이 큰 활동의 양식은 세 가지가 존재하며 두 여학생이 용기 과정에 대한 질문과 응답을 하는 상황이다. 활동의 연속체는 핵심단계에서 용기 과정에 대해 표현하였다.

이 형상적 제스처는 용기 과정을 설명할 때 현상을 단순히 용기한다는 표현보다 조금 더 상세하게 정교화 할뿐만 아니라 시각적으로 표현하였다.

### 3) 한탄강 야외지질답사



#140, (24' 32" ~ 24' 36")

남1 : 그림 퇴적(1)이 먼저 생기고(2) 그 다음에 용암이 흘러가고(3) 그렇겠네요(4).

지도교사 : 그렇겠네.

백의리층이 퇴적되어 생성되었다는 것을 언급하며 손으로 퇴적되는 층을 가로로 움직이며 가리키는 것(1,2)과 그 이후에 용암이 흘렀다는 것을 언급하였다(3,4). 차탄천 인근의 주상절리를 관찰하며 이곳의 지형은 어떻게 지금과 같은 모습이 만들어졌는지 강 건너편의 큰 규모로 관찰하는 것과 강을 건너와서 작은 규모로 관찰하는 것으로부터 퇴적되는 현상과 주상절리가 생성되는 전후관계를 추론해내었다. 이 장면에서 보이는

지시적 제스처는 퇴적되어 형성된 백의리층을 가리키는 행위로서 주상절리가 생성되기 전 단계를 지칭하였다.

#140은 남1 학생이 백의리층을 관찰하는 큰 활동이다. 이 활동에서는 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트(야외 관찰 활동지) 양식이 있다. 음성 언어는 ‘퇴적’, ‘용암’, ‘흐른다’ 와 같은 작은 활동으로 구성되었다. 제스처는 지시적 제스처로서 퇴적이 일어난 지점, 용암이 흐른 곳, 이 둘의 선후 관계 등을 표현하는 작은 활동이 있다. 프린트는 야외 관찰 활동지로서 야외 답사 장소에서 관찰해야하는 것으로서 작은 활동으로 구성할 수 있다.

양식의 밀도는 네 가지 양식과 네 가지 양식이 함께 상호 보완적으로 표현되었으며 핵심 단계에서 남1 학생이 관찰한 백의리층과 관련된 큰 활동이 나타났다. 큰 활동은 네 가지 양식으로 구성되어 있으며 지시적 제스처는 백의리층의 존재, 생성 과정과 주상절리와 백의리층의 생성 전후 관계를 가리키는 행위로서 보여주었다.

이 활동에서 지시적 제스처는 퇴적과 용암이 흐른 것의 선후 관계를 주장하는 것으로부터 시간과 공간의 개념을 표현하였다.



1



2



3



4

#144, (09' 38" ~ 09' 45").

지도교사 : 주상절리는 어떻게 생겼을까요?

남1 : 그 마그마(1)가 스윅~(2), 표면 기포(3) 뽕뽕~(4).

주상절리는 어떻게 만들어졌는지에 대한 지도교사가 질문을 하였다. 남1 학생은 단어와 의태어만을 언급하고 손의 움직임으로 그 과정을 설명하였다. 마그마(1)가 스윙(2), 표면 기포(3) 뿜뿜(4) 이라고 언급하였다. 남1 학생이 보여준 제스처를 구체적으로 살펴보면 오른손 손가락을 펴고 위에서 아래로 기둥형태로 길게 내리는 모양을 표현하였고, 표면에서 손가락을 움직이며 기둥 바깥으로 빠져나가는 것을 나타냈다. 이와 같은 움직임은 위에서 아래로 길게 뻗어 있는 주상절리를 나타내고 기포가 식으면서 빠져나가는 것을 오른손을 중심에서 바깥으로 움직이는 것으로 표현하였다.

#144는 남1 학생이 주상절리 생성과정을 나타내는 하나의 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 지도교사와의 근접성 양식이 있다. 그 중에서도 제스처의 비중이 가장 큰 것 중에 하나이다.

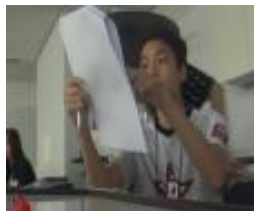
음성 언어는 ‘마그마’, ‘표면’, ‘기포’가 작은 활동으로서 의미를 가진다. 이 활동에서는 음성 언어로 구체적인 과정을 표현하지 못하였으나 형상적 제스처로서 주상절리의 생성과정에 대해 시각적으로 표현하였다. 형상적 제스처는 양식 중에서 가장 강한 비중을 가진다. 양식의 복잡성은 제스처를 중심으로 음성 언어가 동반되었다.

이 형상적 제스처는 주상절리 생성과정을 설명하였을 뿐만 아니라 주상절리 생성과정을 시각화하여 표현하였다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



1



2



3



4

#153, (45' 07" ~ 45' 13").

여3 : 이거 사진

여1 : 안돼! 지워지워지워.

남1 : 어(1) 야야 이거 어(2), 이 모델(3)로 하면....어...야야야(4)

남1 학생 앞자리에 앉은 여3 학생이 핸드폰으로 어떤 사진을 여1 학생에게 보여주자 조별 모델 만들기에 참여하던 여1 학생이 덩달아 자리를 박차고 일어난다. 모델링 활동이 급하게 중단되는 상황에서 남1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 여학생들이 다른 활동을 하자 남학생이 목소리를 조금 높여 개인 모델을 지속적으로 가리킴과 동시에 음성 언어로 여1 학생을 부르는 움직임을 반복하였다(1,2,3,4). 그러자 여1 학생도 다시 자리로 돌아왔다.

#153은 교실환경에서 학생들이 조별 모델을 생성하는 과정에 모델 형성과정과는 직접적으로 관련된 것이 아닌 또 다른 모습을 보여주는 장면 중 일부이다. 이 장면에서 큰 활동은 조별 모델 구성 과정에 학생들이 다시 참여하기 위한 것이다. 즉, 큰 활동은 조별 모델 구성 과정에 학생들이 참여하는 것이다. 이 활동에서 음성 언어, 제스처, 프린트(개인 모델 활동지), 근접성, 스마트 기기 양식이 있다. 음성 언어는 의미론적 수단이기 보다 화용론적으로 작은 활동으로 분류할 수 있다. 제스처는 지시적 제스처로서 프린트(개인 모델 활동지)와 음성 언어에서 타인을 부르는 행위로서 작은 활동이 있다. 프린트는 개인 모델 활동지에 정리된 내용 자체를 작은 활동으로 구분할 수 있다. 스마트 기기는 모델 형성과정과는 무관하지만 여3 학생이 여1 학생을 의도치 않게 주의를 전환하는 것으로서 작은 활동으로 분류할 수 있었다.

이 큰 활동에는 음성 언어, 제스처, 프린트, 근접성, 스마트 기기로 총 다섯 가지 양식이 존재한다. 양식의 종류가 많아서 양식의 밀도가 높은

것처럼 보일지도 모르지만 큰 활동과 관련하여 제스처의 비중이 가장 높다. 음성 언어, 제스처, 프린트, 근접성이 복합적으로 드러났다. 큰 활동은 핵심 단계에서 나타났다.

큰 활동에서 지시적 제스처는 여1 학생의 화제를 전환하여 조별 모델 형성과정에 참여하게 하였다.



#166, (37' 13" ~ 37' 16").

남1 : 이걸(1) 바다가 아니라 물이(2) 가운데 있는(3) 다른 환경으로 하면 되지 않을까? (4)

남 1학생은 암염과 같은 바다로 존재하였다는 증거를 찾지 못하였을 때 다른 대안을 제시하기도 하였다. 바다 대신에 그냥 물이라고만 이야기 하는 것(1,2)에 대해 언급하였으며 이때 위와 같은 제스처를 보여주었다. 오른손을 먼저 움직이며 왼손과 함께 앞으로 원의 형태로 나타내었으며 바다가 아닌 물이라고 하였다(3,4). 이 형상적 제스처는 바다 환경이 아닌 담수와 같은 다른 환경을 표현하였다.

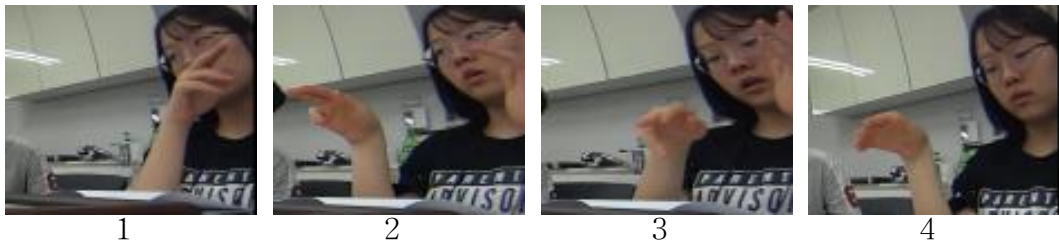
#166은 담수 환경으로서 수정된 모델을 제안하는 큰 활동이다. 이 활동에는 음성 언어, 제스처, 근접성 양식이 있다. 음성 언어는 ‘바다가 아니다.’, ‘물’, ‘다른 환경’과 같은 작은 활동으로 구분할 수 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 기존의 염수를 부정하는 것, 담수의 존재를 표현하는 작은 활동으로 구분할 수 있다. 근접성은 책상을 가운데 두고 조원 학생



들이 둘러앉은 거리를 나타낸다.

양식의 비중은 음성 언어와 제스처가 높다. 담수 환경으로 대안을 제시하는 상황이기 때문에 음성 언어에서 바다 환경을 부정하는 것과 동시에 제스처에서도 기존의 환경을 부정하는 것과 동시에 담수의 존재를 양손으로 표현하는 것에서 양식의 비중이 있다. 양식의 복잡성을 음성 언어와 제스처가 함께 드러나는 것이다.

이 활동에서 형상적 제스처는 담수 환경으로 대안을 제시하였을 뿐만 아니라 담수 환경에 관하여 시각화 및 또 다른 공간을 제시하였다.



#169, (38' 00" ~ 38' 17").

여1 : 암염이 안 나왔으니까 호수같이(1) 수심이 깊은 지역에 용암이 흐르면서(2) 그 물이 어느 정도 증발이 되고(3) 그 물이 증발되면 그 밑에 수면 밑에 있는 부분이 드러날 테니까, 뭐 퇴적암이라던지, 그러면서 절벽 같은 것도 나타나고(4) 그렇게 하면 되지 않을까?

바다 모델 대신에 또 다른 대안을 여1 학생이 제시할 때 보이는 형상적 제스처이다. 첫 번째 스냅 샷은 여1 학생이 오른손으로 원형을 그리는 장면 중 일부이다. 호수와 같은 담수의 존재를 원을 그리는 것으로 표현하였고(1) 두 번째 스냅 샷은 용암이 흐르는 것에 대하여 양손을 좌우로 움직이는 것으로 나타냈다(2). 세 번째는 물의 증발에 관해 언급하며 왼손을 아래에서 위로 올리면서 그 과정을 표현하였으며 마지막으로(3) 네 번째 스냅 샷은 수면 아래 있는 구조가 드러나는 부분을 언급하



며 오른손을 아래로 조금 내려서 좌우로 움직이며 다른 특정한 무언가가 존재하는 것을 표현하였다(4). 이 형상적 제스처는 각각 담수의 존재, 용암의 흐름, 증발, 수면 아래 특정한 지질학적 구조의 존재를 표현했다.

#169은 바다 환경에서 만들어진 모델에 대한 것이 아닌 다른 대안 모델을 제시할 때 보이는 장면으로서, 이 장면에서는 다른 모델을 제안하는 큰 활동이 있다. 이 활동은 기존의 모델에 대한 반박과 대안을 동시에 제안하는 것이다. 큰 활동 양식은 음성 언어, 제스처, 근접성이 있다. 음성 언어는 ‘암염이 안 나왔다’, ‘호수 같이’, ‘용암’, ‘증발’, ‘퇴적암’ 과 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 담수의 존재, 용암, 물의 증발, 지질학적 구조의 존재를 작은 활동이 있다. 근접성은 교실 환경에서 동일하다.

양식의 경중은 음성 언어와 제스처 두 개의 양식에서 높은 비중을 보인다. 음성 언어의 암염, 호수, 용암, 증발, 퇴적암과 같은 작은 활동과 동시에 제스처에서 담수의 존재, 용암, 증발, 지질학적 구조 존재가 함께 더해져서 큰 활동을 나타내는 것이기 때문에 음성 언어와 제스처의 비중이 높은 것이다. 두 개의 양식이 서로 상호 협력적인 관계로서 복잡성이 나타난다. 이 활동의 경우에도 활동의 연속체는 핵심 단계에서 다른 대안 모델이 제시된다.

이 활동에서 형상적 제스처는 기존의 해수 환경을 암염의 부재와 같은 근거를 바탕으로 반박하였으며 담수 환경으로 다른 대안 모델을 제시하였다. 대안 모델을 제시할 때 담수 환경, 용암의 흐름, 증발에 관한 현상을 시각화 하였으며 기존의 환경과 다른 환경에 대해 표현할 때 공간적인 부분도 묵시적으로 나타냈다.

다면적 상호작용을 중심으로 B조 학생들은 관악산과 한탄강 야외지질 답사 사례에서 양식에 차이를 보였다. 관악산 야외지질답사에서는 음성 언어, 제스처, 근접성이 양식의 종류로서 가장 많았다. 관악산 야외지질 답사의 경우 근접성은 야외 답사 장소, 계곡 상류와 계곡 하류에 한정되

어 근접성의 변화가 거의 없었다. 한탄강 야외지질답사의 경우에는 야외 답사 장소에서 근접성의 차이가 있었기 때문에 B조 학생들은 한탄강 야외지질답사에서 근접성에 변화가 있었다. #140은 강 건너편의 구조를 관찰한 이후 강을 건너서 가까운 거리에서 관찰하는 예시 중 하나이다. 근접성의 변화로 인해 가까운 곳에서 관찰할 때 퇴적과 용암의 흐름의 선후 관계를 관찰의 과정을 통해 추론할 수 있었다. 야외지질답사에서 근접성의 변화는 이처럼 관찰하는 지역의 형성과정의 선후 관계를 추론하는데 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다. 더욱이 이때 나타나는 지서적 제스처는 구체적인 물체, 위치를 가리키는 것과 용암의 흐름과 같이 지금은 관찰할 수 없지만 과거에 있었던 사건을 표현하는 데 있어서 도움을 주는 역할을 하였다.

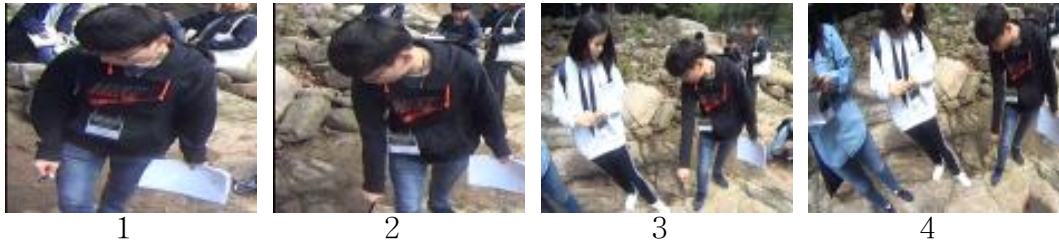
야외지질답사에서 양식의 개수 혹은 양식의 비중과 복잡성을 포함한 양식의 밀도가 높을수록 큰 활동에 대해 더욱 더 세분화하여 작은 활동으로 구성한 것을 표현할 수 있기 때문에 다면적 상호작용을 질적으로 분석하는데 더 도움을 줄 수 있을지도 모른다. 특히 제스처의 경우 음성 언어와 함께 비중이 높게 나타났다. 다만 #144와 같이 일부 제스처는 음성 언어가 의미론적인 수단으로 적합하진 않고 제스처 양식의 비중이 높게 나타나서 현상을 설명하고자 하였다.

과학적 모델 및 모델링 과정에서 나타나는 B조 학생들의 제스처는 개인 모델에 대해 근거, 반박, 대안 등의 역할을 하는 지시적 제스처와 형상적 제스처가 있었다. 형상적 제스처는 현상을 시각화 하여 표현할 수 있기 때문에 단순히 시각적으로 표현하는 것에 그치는 것이 아니라 시간적 혹은 공간적인 부분도 함께 드러내기도 하였다. 야외지질답사 때는 비교적 빈도가 적었던 프린트 양식이 과학적 모델 및 모델링 과정에서는 많이 나타났으며 모델 활동지 형태로서 프린트는 학생들의 의견을 교환할 때 또 다른 작은 활동으로 구성되었었다. 하지만 #153과 같이 단순히 양식의 종류가 많은 것이 질적으로 더욱 유용한 것은 아닐 지도 모른다는 결과도 있었다. 양식의 종류가 많은 것은 오히려 학생들이 교실 환경에서 참여하는 모델 형성과정에만 집중하지 않는 상황일 수도 있다.

연구 결과 1번이 보여주듯이 B조 학생들은 관악산과 한탄강 야외지질 학습에서 제스처의 빈도가 가장 높았다. 제스처 양식에서 빈도가 높은 것은 학생들이 야외지질답사와 모델링 과정에서 다양한 의견과 상호작용이 많이 있었다는 것을 알 수 있다. 제스처의 빈도가 많은 것뿐만 아니라 B조 학생들은 야외지질답사에서는 음성 언어보다 제스처 양식의 비중을 더 둔 사례가 있었다. 모델링 과정에서도 사회 기능적인 측면과 과학적 내용적인 측면을 고려하였을 때 합의, 반박, 대안, 근거, 화제 전환과 시간과 공간을 고려한 제스처가 있었다.

## 다. C조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사



#175, (06' 28" ~ 06' 32").

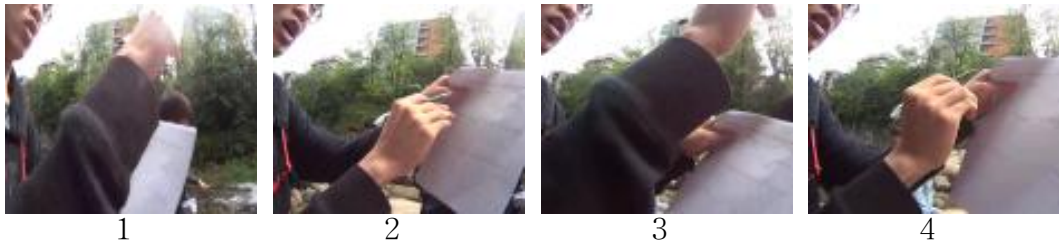
남1 : 이곳(1)도 여기(2)랑 다 똑같이 생겼다(3,4).

남1 학생이 관찰에 적극적으로 참여하였는데, 같은 조원이 서 있는 방향을 가리키며 주변에서 쉽게 갈라진 틈을 발견하고 갈라진 틈을 여기저기 반복적으로 가리켰다(1,2,3,4). 마치 등잔 밑이 어둡다고 하는 속담처럼 학생들이 밟고 있는 암석에도 갈라진 틈이 많이 있었는데, 처음 남1 학생이 관찰하였던 계곡 건너편에 존재하는 절리들과 같은 맥락으로 학생들이 밟고 있는 곳의 틈을 따라서 손으로 가리켰다.

#175는 관악산 야외지질답사에서 남1 학생이 자신의 자리를 중심으로 암석을 관찰하였다. 남1 학생이 암석을 관찰하는 것이 큰 활동이다. 이 활동에는 음성 언어, 제스처, 조원들과 근접성 양식이 있다. 음성 언어 양식에는 ‘다’, ‘똑같이 생겼다’ 와 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 지시적 제스처로서 이곳, 여기로 표현하는 작은 활동이 있다. 근접성은 조별 구성원간의 거리로서 한 걸음 정도 떨어진 거리로서 가까운 곳에 위치하여 관찰 활동에 조별 구성원이 함께 참여하였다.

양식의 경중은 음성 언어와 제스처가 함께 동반되어 강하게 나타났으며 복잡성이 두드러지지 않는 않았다. 이 활동은 핵심 단계에서 모든 양식이 나타났다.

이 활동에서 지시적 제스처는 동일한 것을 지칭하는 행위로서 주장의 역할을 하였다.



#183, (04' 07" ~ 04' 12").

남1 : (1)아니 이렇게(1,2) 움직인 건가?(3,4)

인솔교사 : 그런데 이렇게 끊어져도 어떤 힘을 받았느냐에 따라서 달라질 것 같은데....

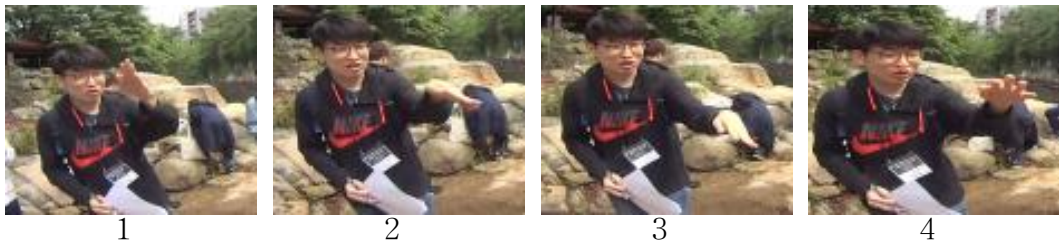
남1 학생은 절리가 현재와 같은 모습을 갖게 되는 것에 대한 어떻게 힘을 받았는지 추론에서 학생이 보여주는 형상적 제스처이다. 이 형상적 제스처는 어떻게 힘을 받았는지에 따라 절리가 움직이게(1,2,3,4) 되는지 고민하는 장면에서 나타났다.

#183은 절리의 움직임을 설명하는 큰 활동이다. 이 활동은 절리의 움직임에 대한 남1 학생의 생각을 표현하는 장면이다. 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 프린트(야외 관찰 활동지), 인솔교사와의 근접성 양식으로 구성되어 있다. 음성 언어 양식에는 ‘움직인다’는 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 절리의 움직임을 표현하는 작은 활동이 있다. 인솔교사와는 한 걸음 정도 거리에 떨어져 있는 근접성을 보였으며 남1 학

생이 관찰하는 절리는 남1 학생을 기준으로 5m 이내의 거리이다.

양식의 경중은 제스처를 중심으로 절리의 움직임 표현한다. 절리의 움직임과 그것을 표현하는 것으로 제스처와 음성 언어의 움직임은 작은 활동으로 복잡성이 나타난다. 양식의 밀도는 양식의 경중과 복잡성의 합으로 다른 큰 활동에 비해 비교적 덜 하게 보일지도 모른다. 양식의 밀도는 핵심 단계에서 모두 드러난다.

이 활동에서 형상적 제스처는 절리의 움직임에 대한 질문과 동시에 설명하는 역할을 하였으며, 절리의 움직임을 시각적으로 표현하였다.



#184, (03' 52" ~ 04' 01").

남1 : 이렇게 끊어지려고(1,2) 하면 도대체 어떤 힘을 받아야 하는 걸까

인솔교사 : 어떻게?

남1 : 이렇게 끊어진 거면 어떻게 힘을 받았길래 이렇게(3,4) 되었을까요.

남1 학생은 왼손을 사선으로 반복적으로 움직이며 건너편에 존재하는 절리의 모양을 표현하였다. 남1 학생은 어떤 힘을 받아서 지금과 같은 모습을 보이는지 의문을 제기하였다(1,2,3,4).

#184는 절리의 형성과정에 의문을 가지고 인솔교사에게 질문을 함과 동시에 남1 학생이 관찰하는 절리의 모양을 표현하였다. 이 장면에서 큰

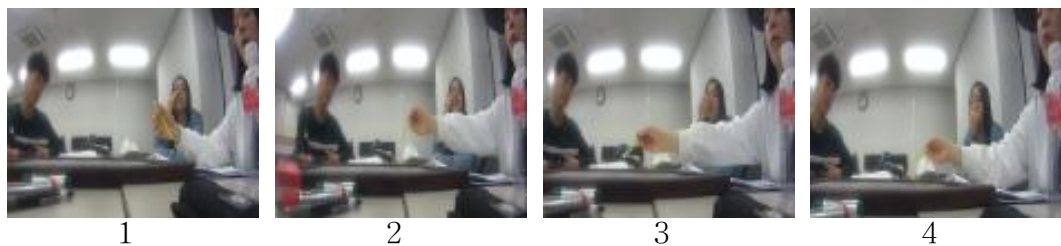
활동은 절리 모양을 표현하는 것이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성 세 가지 양식이 있다. 음성 언어에는 ‘끊어진다’, ‘힘’, ‘받다’ 와 같은 작은 활동이 있다. 제스처 양식은 묘사적 제스처로서 남1 학생이 눈으로 관찰하는 절리의 모습이나 특징을 현재 있는 그대로 기울어진 것, 갈라져 있는 것과 같은 작은 활동이 있다. 절리와 남1 학생의 거리는 약 5m 내외로의 근접성을 보였다.

양식의 경중은 제스처와 음성 언어가 강하게 나타났으며 두 개의 양식이 상호 연관되는 것으로 복잡성이 있었다. 양식의 강도는 양식의 경중과 복잡성의 합이다.

이 활동의 연속체는 핵심 단계에서 기울어진 것과 갈라진 모습의 절리를 나타낸다.

이 활동에서 묘사적 제스처는 학생들이 관찰하고 있는 절리를 눈에 보이는 그대로 시각적으로 표현하였을 뿐만 아니라 절리가 현재와 같이 존재하게 된 이유, 근원이 되는 힘에 대해 질문할 때 사용되었다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



#191, (37' 38" ~ 37' 45").

남1 : 그런데 포획암은 어떻게 해야할지 모르겠어.

여1 : 포획암은 그냥 이거(1) 아냐? 같이 올라와서(2) 기존에 옆에 있는 부분(3)을 포획해서 생기는 (4)거.

남1 : 그런가봐

여1 : 그런가봐 허허

포획암 생성에 관해 설명할 때 여1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 이 지시적 제스처는 포획암이 생성 과정에 대해 여1 학생이 설명할 때 나타났다. 여1 학생은 펜을 쥐고 오른손으로 화강암이 용기하는 과정에 대한 부분을 가리키며(1,2) 포획암도 화강암이 용기하는 단계에서 포획암도 기존에 존재하는 암석과 화강암이 만나는 지점에서 형성됨(3,4)을 가리켰다.

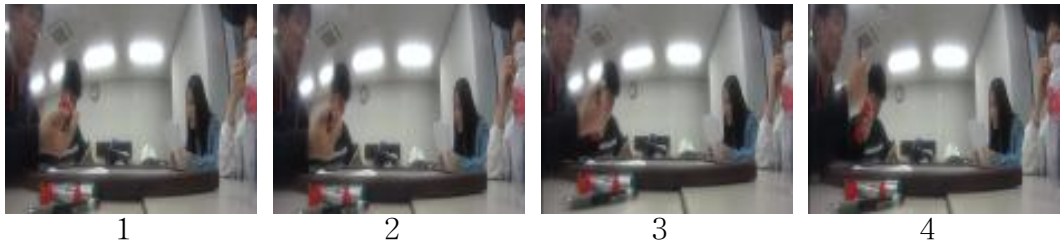
#191은 포획암의 생성과정에 대해 여1 학생이 설명하는 큰 활동이다. 이 큰 활동은 음성 언어, 제스처, 레이아웃, 근접성 양식이 있다. 음성 언어는 ‘같이’, ‘올라와서’, ‘기존’, ‘옆에 있는 부분’, ‘포획’ 과 같은 작은 활동으로 구성된다. 제스처는 지시적 제스처로서 올라오는 것, 옆에 있는 부분과 포획한다는 작은 활동으로 구성된다. 레이아웃은 초안으로 완성된 조별 모델 자체이다. 조별 구성원들 사이의 근접성은 책상의 거리이다.

양식의 강도는 음성 언어가 가장 강할지도 모른다. 음성 언어는 용기하는 것과 포획된다는 가장 중심이 되는 사건을 단어 그대로의 의미 혹은 발화의 해석으로 표현된다. 지시적 제스처는 용기되는 것과 포획되는 부분에 대한 작은 활동으로서 음성 언어의 작은 활동과 상호 연결되어 하나의 큰 활동을 만드는 데 도움을 준다. 양식의 복잡성은 음성 언어와 제스처가 엮여서 표현될 수 있다. 양식의 밀도는 양식의 강도와 복잡성의 합이다.

이 활동은 음성 언어, 제스처, 레이아웃, 근접성 양식으로 표현되는 것으로 양식의 밀도와 활동의 연속체는 핵심단계에서 포획암 생성을 설명하였다.

이 활동에서 지시적 제스처는 포획암 형성과정에 대한 주장과 포획되는 상황에서 시간, 시대의 흐름을 묵시적으로 나타냈다.





#196, (30' 15" ~ 30' 22").

남1 : 뭐 계속 덮여있지 않고(1) 아래에서 팍 튀어 올라와서(2) 깨졌거나(3) 했을 것 같아(4).

여1 : 흠...

남1 : 딱 하고 한 번에 올라온 건 아니고, 계속적으로 올라왔겠지.

남1 학생은 오른손을 아래에서 위로 올리는 손의 움직임을 보였다(1,2,3). 남1 학생은 땅이 융기하는 것을 표현하면서 한 번에 솟아오르면서 암석이 깨진 것은 아니라고(4) 언급하였다. 남1 학생은 형상적 제스처를 보여주었는데 이 형상적 제스처는 지대가 융기하는 것을 시각적으로 표현하였다.

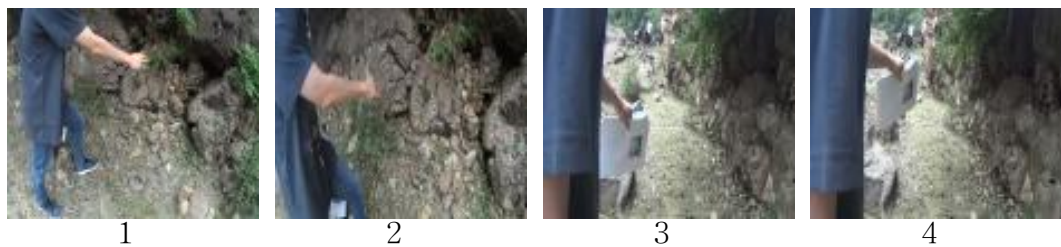
#196은 관악산의 융기 과정에 대한 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성 양식이 있다. 음성 언어는 ‘아래에서’, ‘올라와서’, ‘깨졌거나’와 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 형상적 제스처로서 이 형상적 제스처는 아래에서 위로 올리는 것, 급격하게 움직이는 것은 아니라는 것과 같은 작은 활동이 있다. 근접성은 조별 구성원과의 떨어진 거리이다.

이 장면에서 양식의 강도는 음성 언어와 제스처가 강하다. 음성 언어는 각각의 단어로써 의미론적 접근과 단어와 문장을 해석하여 화용론적 접근을 동시에 고려하여 작은 활동을 표현하였고 형상적 제스처는 음성

언어의 화용론적 접근으로 해석하는 과정에서 의미 형성에 도움을 주는 것으로 음성 언어와 제스처가 동반된 것으로 두 개의 강도가 높다. 양식의 복잡성은 음성 언어와 제스처가 상호 보완적으로 표현되는 것이다. 활동의 연속체는 모든 양식이 함께 나타나는 것으로 핵심 단계에서 융기 과정을 설명한다.

이 활동에서 형상적 제스처는 융기 과정을 시각화, 시간의 흐름, 지대의 공간적인 움직임 표현하는 것으로 융기 과정에 대해 설명하였다.

### 3) 한탄강 야외지질답사



#214, (26' 31" ~ 26' 38").

남1 : 썸 여기(1)는 좀 깨져있고(2) 아래에는(3) 작고 동그란 게 있어요(4).

지도교사 : 그렇지. 고개를 좌우로 돌려서 선을 굵듯이 한번 이어볼까?

남1 : 오호.

남1 학생은 주상절리 이외의 가장 아래층에서 비교적 크기가 작고 동그란 모양의 암석을 발견하였다(1,2). 그런 다음 지도교사는 남1 학생에게 좌우로 시선을 돌릴 수 있도록 유도하였다. 남1 학생은 뒤로 한걸음 물러서서 양손을 번갈아 가며 연속적으로 암석을 가리켰다(3,4).

이 장면은 남1 학생이 주상절리의 가장 아래층을 관찰하다가 백의리층에 있는 동그란 암석이 존재함을 인지하고 지도교사와 함께 층의 형태로 존재하고 있음을 확인하는 것이다.

#214는 남1 학생이 백의리층을 관찰하는 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성 양식으로 구분할 수 있다. 음성 언어는 ‘깨져있다’, ‘아래’, ‘작고 동그란 것’ 과 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 지시적 제스처로서 주상절리와 백의리층의 경계, 백의리층(퇴적), 퇴적된 암석을 각각 가리키는 작은 활동이 있다. 근접성은 남1 학생을 기준으로 한 걸음 정도되는 거리이다. 이 큰 활동은 가까운 거리에서 백의리층을 관찰하는 것이 때문에 강 건너편에서 주상절리를 관찰할 때와 근접성에 현격한 차이가 있다.

양식의 강도는 음성 언어와 제스처가 강하게 나타난다. 음성 언어와 제스처가 함께 동반하여 해석적 의미를 형성한다. 지시적 제스처가 구체적인 지점을 가리키고 음성 언어는 구체적인 지점에 대해 기술하거나 묘사할 수 있다. 혹은 음성 언어로 추상적으로 방향을 가리키고 지시적 제스처가 구체적인 위치를 알려줄 수 있다. 그렇기 때문에 양식의 복잡성은 음성 언어와 제스처가 상호 관련되어 있다. 근접성은 관찰 대상과의 직접적인 거리를 나타내는 작은 활동이다. 이 근접성은 음성 언어와 제스처 양식이 작은 활동으로 나타내는데 가장 근간이 되는 또 다른 작은 활동이다. 양식의 밀도와 활동의 연속체는 핵심 단계에서 모든 양식이 함께 나타나면서 백의리층을 관찰하는 큰 활동이다.

이 활동에서 지시적 제스처는 백의리층의 존재의 공간적인 부분을 나타냈을 뿐만 아니라 백의리층에 존재하는 퇴적암 혹은 퇴적물에 대해 설명하는 역할을 하였다.



#216, (08' 01" ~ 08' 08")

지도교사 : 건너편의 주상절리가 어떻게 해서 저렇게 생긴 걸까? 한번 고민해보자.

남1 : 스윽, 슈 스윽 층층이, 여러번(1,2,3,4).

지도교사 : 여러번

남1 : 조금씩

지도교사 : 어어

C조 남학생이 관찰한 건너편 주상절리의 형성과정에 대해 설명할 때 보여준 형상적 제스처이다. 앞서 지도교사와 함께 주상절리의 층과 층의 경계를 찾아보는 활동을 하였기 때문에 지도교사가 추가로 주상절리의 형성과정에 대해 고민해 볼 것을 제안하였다. 이 때 남1 학생은 의태어를 활용하며 주상절리가 만들어지는 과정을 표현하였다.

남1 학생이 오른손과 왼손을 겹치는 것으로 각각의 층(1)을 나타냈으며 두 손을 반복적으로 겹치는 모양을 보였다(2,3). 처음 주상절리가 만들어지는 과정에서 손을 뒤에서 앞으로 뺄으며(4) 스윽, 슈, 스윽 등과 같은 의태어와 움직임으로서 초기 생성 과정에 대해 표현하였다.

#216 주상절리를 관찰하고 남1 학생이 설명하는 큰 활동이다. 이 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성 양식이 있다. 음성 언어는 의태어로 표현하는 각각의 작은 활동이 있다. 제스처 양식은 형상적 제스처로서 주상절리 층이 존재하는 것, 주상절리가 겹겹이 여러 층이 존재하는 것과 같

은 작은 활동이 있다. 근접성은 지도교사와 대화를 할 때 약 4m 정도의 물리적 거리이다.

양식의 강도는 제스처가 가장 강할지도 모른다. 음성 언어는 의태어로 표현되는 작은 활동이었고 제스처 양식에서 형상적 제스처가 절리의 층이 존재하는 것과 주상절리가 여러 층의 형태로 존재하는 것을 표현하였다. 양식의 복잡성은 제스처를 중심으로 음성 언어와 근접성이 더해져서 상호 관련되어 나타난다. 주상절리의 생성에 대한 이 활동의 연속체는 핵심 단계에서 차례대로 층의 형태로 생성되는 상황이다.

이 활동에서 형상적 제스처는 주상절리 각각의 층이 순서대로 생성되는 시간적인 과정을 고려하여 시각적으로 설명하였다.



#217, (09' 54" ~ 10' 02").

지도교사 : 주상절리가 어떻게 만들어졌게?

남1 : 슈욱 사악 스스스스스 슈웅(1,2,3,4)

지도교사 : 응

남1 : That's right.

지도교사는 B조의 인솔교사를 겸하여 B조 학생들과 함께 활동하였는데 남1 학생도 지도교사와 함께 활동에 참여하는 모습을 보여주었다. 지도교사는 공통적으로 다시 한 번 주상절리의 생성과정에 대해 질문하였고 이때 남1 학생이 다시 주상절리의 생성과정에 대해 답을 하였다.

이 장면에서도 남1 학생은 음성 언어로 주상절리의 생성과정에 대한

응답은 없었으며 오른손을 아래에서 위로 올리며(1) 화산이 폭발하는 과정(2), 위에서 아래로 한 번에 기둥 모양으로 손을 내리는 것(3)과 표면에서 기포가 빠져나가는 것을 오른손가락을 사선으로 흔들며 올리는 것(4)으로 표현하였다.

#217은 다른 조원들과 C조 학생들이 함께 근처에 서서 주상절리를 관찰하고 있을 때 지도교사가 C조 학생들에게 다가가서 주상절리가 어떻게 만들어졌는지 다시 한 번 질문하였다. 이 장면은 주상절리 생성과정에 대해 남1 학생이 설명하는 큰 활동이다.

이 활동은 음성 언어, 제스처, 근접성 양식으로 이루어져 있다. 음성 언어는 의태어로서 움직임 표현하는 소리로 남1 학생이 표현하였다. 제스처는 형상적 제스처로서 화산 폭발, 기둥 모양, 기공 형성, 기포가 빠져나가는 상황과 같은 작은 활동이 있다. 음성 언어 양식은 화산 폭발하는 상황에 대한 움직임에 대한 작은 활동이다. 근접성은 지도교사와의 떨어진 물리적 거리이다.

양식의 경중은 제스처가 가장 강할지도 모른다. 제스처는 형상적 제스처로서 주상절리 생성과정에 대한 핵심적인 의미를 표현하였다. 화산폭발, 기둥 모양, 기공 형성과 같은 작은 활동에서부터 주상절리 생성과정에 대한 큰 활동이 만들어졌다. 음성 언어는 화산 폭발 움직임에 대한 작은 활동으로부터 큰 활동이 만드는데 도움을 주었다. 양식의 복잡성은 제스처를 시작으로 음성 언어와 근접성이 함께 상호 연관되어 있다. 양식의 밀도와 활동의 연속체는 핵심 단계에서 주상절리 형성과정을 모두 다루었다.

이 활동에서 형상적 제스처는 주상절리 형성과정에서 시간적인 흐름을 고려하였다. 작은 활동이 순서대로 진행되는 것을 시각화하여 주상절리가 만들어지는 과정에 대해 설명하였다. 더욱이 #216에 이어서 주상절리가 어떻게 만들어지는지 그 과정을 반복적으로 다루었다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



#222, (43' 16" ~ 43' 18").

남1 : 난(1) 너희 둘 거(2) 섞어서 쓰면 될 것 같아(3,4).

여2 학생이 여1 학생의 모델을 가리키자마자(1,2) 남1 학생은 두 여학생의 개인 모델을 섞어서 쓰면 될 것 같다는 의견을 주장하였다(3,4). 남1 학생은 이때 두 여학생의 개인 모델을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.

#222는 조원들의 개인 모델을 조별 모델에 반영하는 큰 활동이다. 이 활동에는 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트(개인 모델 활동지) 양식이 있다. 음성 언어는 ‘둘 거’, ‘섞어서’, ‘쓰다’ 와 같은 작은 활동이 있다. 제스처는 지시적 제스처로서 두 학생의 개인 모델을 각각 가리키는 것이 작은 활동이다. 근접성은 조별 구성원이 책상을 사이에 두고 둘러 앉아 있는 물리적 거리이다. 프린트는 두 여학생의 개인 모델 활동지로서 각각의 작은 활동이 될 수 있다.

양식의 강도는 음성 언어와 제스처가 가장 강하게 나타날지도 모른다. 음성 언어의 작은 활동과 지시적 제스처가 가리키는 작은 활동이 상호 연관되어서 양식의 복잡성도 드러난다. 두 여학생의 개인 모델이 동시에 반영되어서 조별 모델, 하나의 큰 활동을 만들었다.

양식의 밀도와 활동의 연속체는 핵심 단계에서 큰 활동의 양식이 모

두 나타났다.

이 활동에서 지시적 제스처는 과학적인 내용에 대한 것이 아니라 사회적인 기능 혹은 역할로서 조별 모델에 두 여학생의 개인 모델을 반영을 최종적으로 합의하였다.

C조의 다면적 상호작용을 중심으로 제스처에 특징을 정리하면 아래와 같다. 다면적 상호작용을 중심으로 C조 학생들은 관악산과 한탄강 야외 지질답사 사례에서 양식의 종류에는 차이가 거의 없었다. C조 학생들은 두 번의 야외지질답사에서 음성 언어, 제스처, 근접성이 대표적인 양식으로 사용하였다. 하지만, 근접성 양식에 있어서 한탄강 야외지질답사의 경우 다른 조와 마찬가지로 지질 구조를 관찰하기 위한 물리적인 거리의 차이로 인해서 관악산 야외지질답사의 경우와는 차이가 있었다. #214와 #216이 대표적인 사례로서 차탄천 인근에서 학생들이 주상절리를 관찰할 때 강 건너편에서 물리적인 거리가 있는 경우와 강을 건너가서 가까이에서 관찰하였을 때 백의리층의 존재를 새롭게 파악한 것과 주상절리의 생성과정에 대한 큰 활동이 있었다. 근접성의 차이로 인해 C조 학생들은 백의리층의 존재와 주상절리 형성과정에 대한 설명에서 백의리층과 주상절리의 시간적 선후 관계 파악 등에 도움이 되었다. 또한 주상절리의 형성과정에 대한 지도교사의 질문에 대한 답을 하는 학생들의 큰 활동에서 형상적 제스처가 화산 폭발, 기둥 모양의 주상절리의 존재 등과 같이 양식의 비중이 크게 나타났다. 음성 언어는 의태어로서 화산이 폭발하는 움직임을 표현하였다. 이처럼 야외지질답사에서 형상적 제스처가 학생들이 음성 언어로 표현하는데 한계가 있는 것에 대해 도움을 줄 수 있다. 이와 비슷한 맥락으로 관악산 야외지질답사의 경우에는 C조 학생들에게서 형상적 제스처와 묘사적 제스처를 각각 사용하면서 절리의 현재의 모습을 표현하고 생성기작에 대한 의문을 음성 언어와 더불어 의사를 표현하였다. 학생들은 한탄강 야외지질답사 과정에서 시간과 공간적인 내용을 묵시적 혹은 암묵적인 형태로서 지질의 선후관계나 퇴적되어 있는 지형과 같은 공간적인 개념을 표현하였다.



과학적 모델 모델링에서 C조 학생들이 보여주는 제스처는 조별 모델에 반영할 과학적 내용을 가리키는 행위로서 주장, 합의가 있었다. 그 이외에도 사회적인 기능을 고려하였을 때 설명, 주장, 합의가 있었으며 형상적 제스처에서 특정 현상에 대해 시간과 공간적인 개념을 고려하여 시각화하였다. 한탄강 형성과정에 대한 C조의 모델링에서는 지시적 제스처만이 나타났는데, 이 지시적 제스처는 특정 학생의 개인 모델에만 편중되어 그것을 그대로 조별 모델에 반영하는 과정으로서 구체적인 사물이나 대상을 가리키는 행위로서 지시적 제스처만 있었으며 그 역할과 내용은 설명, 주장, 합의의 사회적인 기능에 치우친 결과이다.

### 3. 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처와 모델형성과정과는 어떠한 관련성이 있는가

세 번째 연구문제에서는 과학적 모델 및 모델링을 야외지질학습에 교수 학습 방법으로 적용했을 때 각 조의 사례를 중심으로 모델형성과정과 학생들의 제스처가 어떤 연관이 있는지 질적으로 알아보고자 한다.

첫 번째와 두 번째 연구문제에서는 제스처의 양상과 특징을 파악하는 과정으로서 제스처를 범주화하고 그 특성을 파악하였다면 이 연구문제에서는 제스처가 과학적 모델 및 모델링이라고 하는 교수 학습의 측면에서 어떤 연관성이 있는지를 탐색함으로서 제스처가 교수 학습 측면에서 갖는 의미를 찾아보고자 한다. 즉, 이 연구문제는 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 보여준 제스처를 앞의 두 가지 연구문제에서 서술하였던 제스처의 양상과 특징을 바탕으로 모델형성과정과의 연관성은 무엇인지 질적으로 알아보는 것이다.

학습자는 교수자의 제스처를 보거나 혹은 학습자가 스스로가 제스처로 표현할 때 제스처는 새로운 아이디어나 개념을 이끌어 낼 수 있을 뿐만 아니라 학습자가 스스로 제스처를 통해 아이디어나 개념을 표현함으로써 주어진 문제를 해결하기 위한 새로운 아이디어를 발견하거나 기존의 아이디어를 보충 및 정리할 수 있다(Cook et al., 2008; Cook et al., 2013; Goldin-Meadow et al., 2009; Ping and Goldin-Meadow 2008; Singer and Goldin-Meadow, 2005; Novack et al., 2014; Valenzano et al., 2003). 그렇기 때문에 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 나타나는 제스처는 야외 답사 단계에서 보였던 제스처와 또 다른 의미를 가질 수 있을 지도 모른다. 세 번째 연구문제에서는 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 보여주는 제스처를 중심으로 모델 형성과정과 제스처가 어떤 연관성이 있는지 질적으로 탐색하여 과학적 모델 및 모델링에 대하여 교수 학습의 측면에서 이해하고자 하였다.

과학적 모델 및 모델링 형성과정에 관한 연구는 Model construction cycle(Clement, 1989) 혹은 Generation, Evaluation, Modification cycle (이하 GEM cycle)과 Justi and Gilbert(2002)의 Model of Modelling Diagram(MMD), 그리고 Gilbert and Justi(2016) The Model of Modelling v2을 중심으로 모델 형성과정 단계를 분류하거나 각 단계를 독립적으로 서술하였다. 그러나 MMD와 MMD v2에서는 각각 2단계 (Stage 2)와 표현(Expression)단계에서 모델을 외부적으로 표상하는 방법 중에 하나로서 제스처를 다룰 수 있기 때문에 모델 및 모델링 형성과정을 살펴보는 것에는 적합하지 않다고 판단하였다. 그리하여 이 연구에서는 모델 및 모델링 형성과정 단계를 그림 2. GEM cycle, 모델의 생성, 평가 및 수정의 단계로 나누어 접근하고자 하였다.

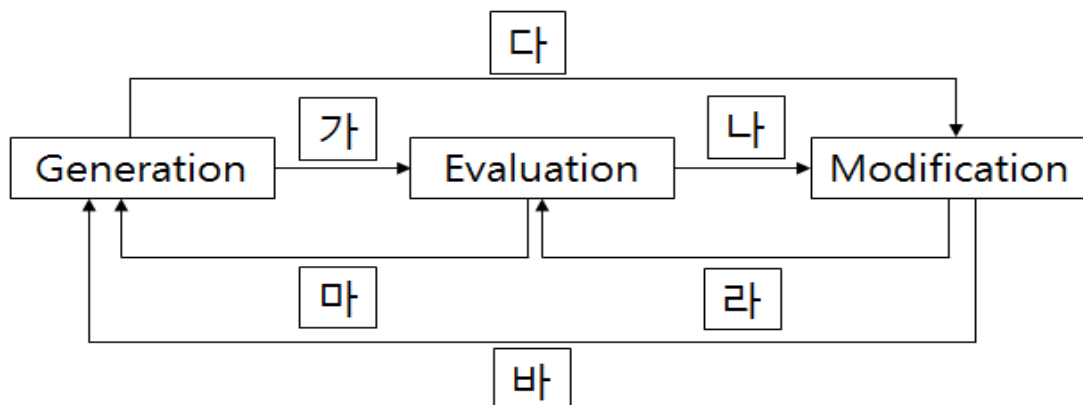


그림 2. GEM cycle

## 가. A조 사례

세 번째 연구 문제에 대한 각 조의 사례는 관악산과 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에 대해 야외지질답사에서부터 모델 형성과정, 두 가지 다른 학습 환경에서 볼 수 있는 학생들의 모든 제스처를 나타냈다. 더욱이 제스처는 다양한 작은 활동 중에서 양식의 밀도와 양식이 표현하는 하나의 큰 활동을 키워드로 분류하였다. 제스처는 다면적 상호작용의 하나의 양식으로서 접근하였다.

### 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

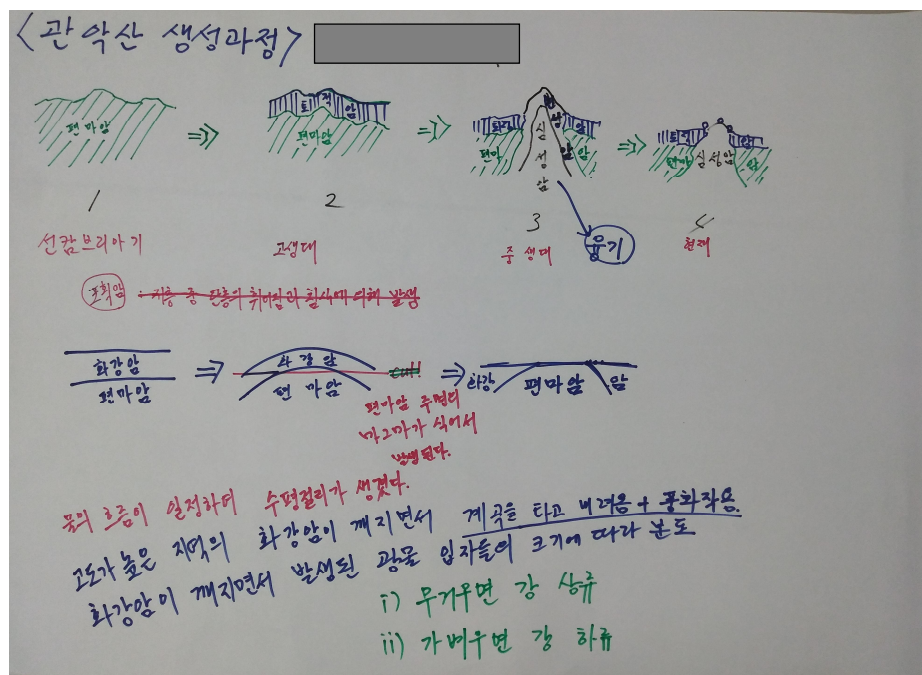


그림 3. 관악산 형성과정 A조 최종 모델

그림 3은 관악산 형성과정에 대한 A조의 최종 모델이다. A조 학생들은 관악산 형성과정을 최종 조별 모델에 1~4 까지 총 네 단계에서 구분하여 설명하였고 각각의 단계를 요약하면 다음과 같다.

1. 선캄브리아기 편마암이 존재한다.
2. 고생대 편마암 위에 퇴적암이 형성된다.
3. 중생대 지하에서 마그마가 식어서 생성된 심성암(화강암)이 융기한다.
4. 풍화와 침식 작용을 받아서 현재와 같은 모습이다.

관악산 형성 과정에서 목표 모델은 화강암으로 구성된 모델을 학생들이 만들어내는 것이다. 화강암으로 구성된 것을 설명하기 위해서 학생들은 심성암의 형성, 즉 마그마가 지하에서 식어서 심성암(화강암)이 만들어지고 그런 다음 화강암이 융기한 이후 오랜 시간 동안 풍화와 침식을 받는다. 조별 모델에는 목표 모델의 핵심적인 내용, 화강암의 생성과 융기 및 침식 과정 등에 대한 것을 포함하고 있어야 한다. 그렇기 때문에 조별 모델 생성 과정에서도 목표 모델에서 필요로 하는 과학적인 내용이 어떻게 만들어지게 되었는지 그 과정에 더욱 중점을 두었다.

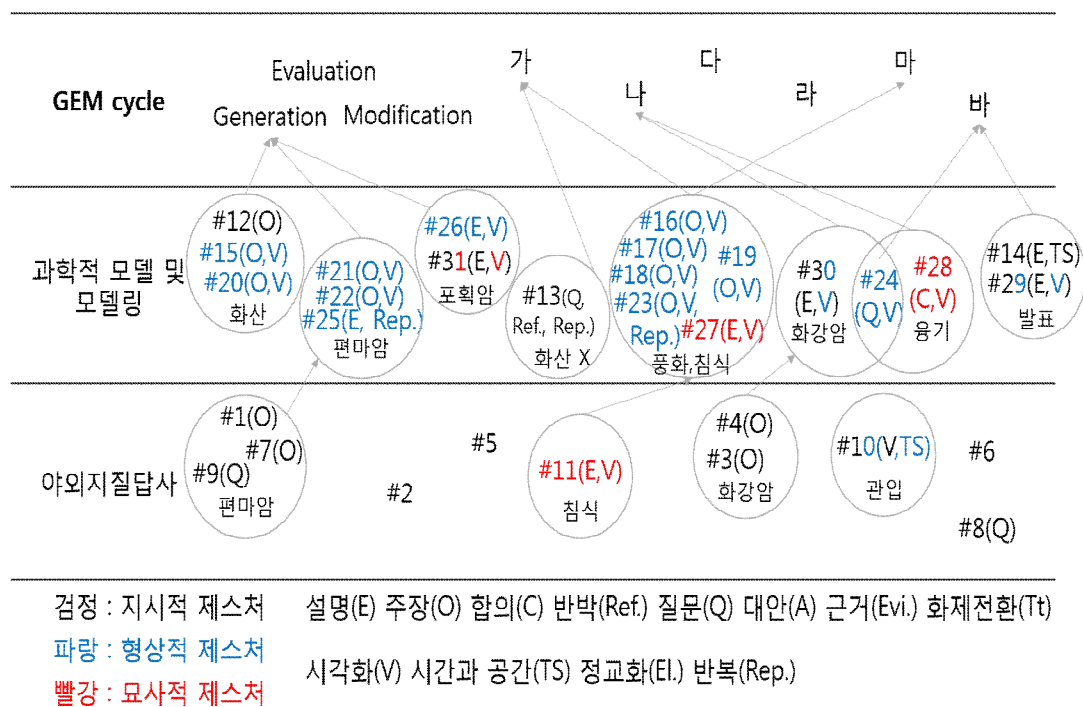


그림 4. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 A조 학생들의 보여준 제스처

그림 4는 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 보여준 모든 제스처를 모델 형성과정에 대한 Clement(1989) GEM cycle을 중심으로 어느 단계에서 나타났는지를 최종적으로 표식하였다.

다면적 상호작용의 양식 중에 하나인 제스처를 중심으로 다면적 상호작용을 분석하기 위한 기본 단위로서 활동을 선택하였다. 각각의 활동에서 제스처가 공통적으로 표현하는 작은 활동을 키워드 중심으로 묶어서 야외지질답사와 모델 형성과정에서 동일하게 나타나는 것과 혹은 야외지질답사에서는 나타나지 않았는데 모델 형성과정에서 나타났던 제스처가 조별 모델 형성과정 어느 단계에서 나타났는지 시각적으로 표현하였다.

GEM cycle을 중심으로 모델 생성(Generation) 단계에서는 화산폭발 모델, 편마암, 포획암에 관한 제스처가 있었다. 모델 생성 단계에서는 화산 모델은 야외지질답사에서는 이에 관한 제스처는 없었지만 모델링 과정에서만 나타난 것이다. 편마암은 야외지질답사에서 학생들이 관찰할 때 볼 수 있는 제스처로서 모델링 과정에서도 나타났으며 모델 생성 단계에서도 편마암에 관한 제스처를 포함하여 다양한 작은 활동들이 있었다. 포획암은 학생들이 야외에서 일부 관찰하기도 하였으나 학생들의 개인 모델에는 존재하지 않았고 조별 모델 형성과정에서 새롭게 생성되었다. 모델 생성단계 이후 모델을 평가하는 ‘가’에서 #13의 지시적 제스처는 화산 폭발 모델을 반박하였다. 그리고 풍화와 침식에 관한 작은 활동은 모델 형성과정에서 다수의 제스처로서 표현되었다. 야외지질답사에서 #11에서 침식에 관한 묘사적 제스처가 있었다. 이 묘사적 제스처는 야외지질답사에서 물의 흐름과 더불어 침식 작용에 관해 설명하였다. 야외지질답사에서부터 모델 형성과정에 이르기까지 작은 활동으로서 침식 작용에 관한 제스처가 지속적으로 있었고 조별 모델에 풍화와 침식 작용을 평가와 생성 단계에서 반복하였다. 야외지질답사에서 학생들은 화강암을 스스로 관찰할 수 있었을 뿐만 아니라 화강암이 존재하고 있는 것을 파악하였다. #3, #4는 구체적으로 특정 대상을 가리키는 지시적 제스처를

포함한 음성 언어와 함께 화강암을 학생들이 스스로 구분하였다. 더욱이 모델 형성과정에서는 화산 폭발모델로서 처음 제시되었던 학생들의 모델을 평가하고 수정하는 ‘나’ 단계에서 화강암, 화강암의 형성, 용기 과정을 작은 활동으로 나타냈다.

A조 학생들의 다면적 상호작용 내에서 관악산 형성과정에 대한 조별 모델 형성과 제스처와의 관련성은 다음과 같다. 첫 번째 모델 형성과정을 GEM cycle을 준거로 각각의 단계를 분류하여 제스처 양식이 나타난 상황을 분석한 결과 모델 형성, 모델 형성과 평가와의 상호 관계, 모델의 평가 이후 모델의 수정, 그리고 수정된 것으로부터 모델 생성까지 GEM cycle의 생성, 수정, 평가 과정에서 제스처 양식이 있었다.

두 번째 야외지질답사에서 학생들이 관찰하였던 편마암, 화강암, 침식 과정에 대한 제스처 보다 모델 형성과정에서 제스처 빈도의 증가뿐만 아니라 지질 시대와 공간적인 개념을 음성 언어, 근접성, 프린트 등과 같은 다면적 상호작용 내에서 다른 양식과 그것의 작은 활동으로 함께 추가하였다.

관악산 형성과정에 대한 A조 학생들의 제스처는 야외지질답사와 모델 형성과정과 관련된 작은 활동, 화강암, 화강암의 생성, 용기 및 풍화 침식 과정 등이 조별 모델에까지 반영되는데 도움이 되는 것과 동시에 많은 작은 활동이 모여서 관악산 형성과정에 관한 모델이 만들어졌다. 더욱이 화산 활동과 같은 초기 개인 모델 혹은 초기 조별 모델에 반영될 수도 있는 의견은 #3, #4, #24, #30, #28 과 같이 야외에서 관찰한 화강암뿐만 아니라 모델 형성과정에서 화강암과 화강암 형성과정을 다루었던 지시적 제스처와 형상적 제스처가 음성 언어와 함께 동반되어 하나의 큰 활동을 만들었기 때문에 목표 모델에 가까운 조별 모델을 만들 수 있었을 지도 모른다.

## 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

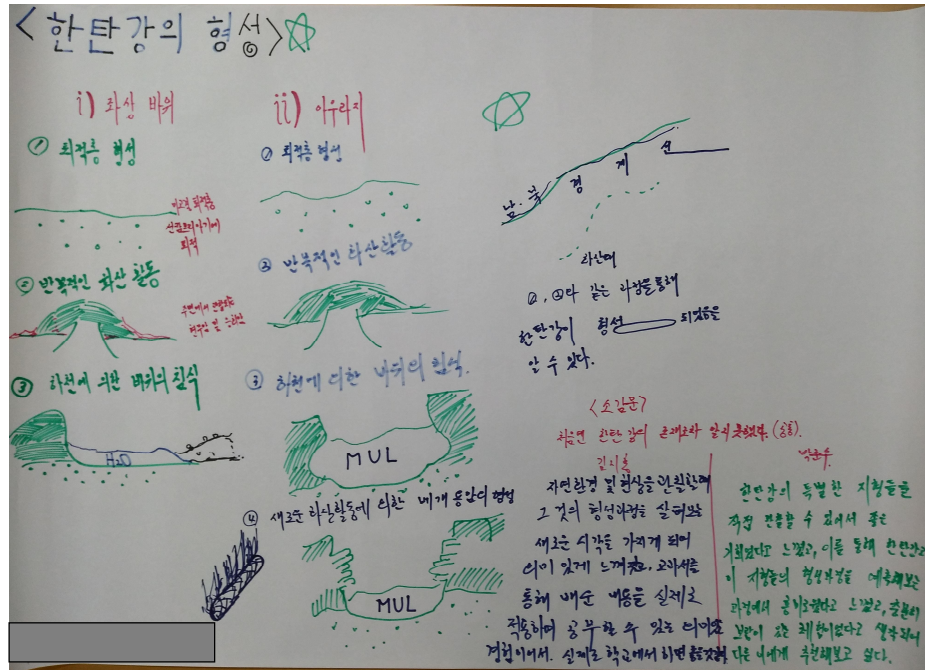


그림 5. 한탄강 형성과정 A조 최종 모델

A조 학생들은 한탄강 형성과정에 대한 최종 모델을 그림 5와 같이 작성해주었다. 한탄강 형성과정에 대한 최종 모델은 학생들이 야외지질 답사에서 방문하였던 장소를 중심으로 각각의 장소가 어떻게 만들어 졌는지 그 과정을 따라서 전반적인 한탄강 형성과정에 대한 조별 모델을 완성하였다.

한탄강 형성과정에 대한 A조 최종 모델을 요약하면 다음과 같다.

좌상바위는 첫 번째 미고결 퇴적층이 선캄브리아기부터 퇴적되었다. 두 번째 응회암과 현무암의 존재로부터 반복적인 화산활동이 있었다. 세 번째 빗물의 유입을 시작으로 바위는 꾸준한 침식 작용을 받았다.

아우라지는 퇴적층이 형성되고 그 이후에 반복적인 화산활동이 있었다. 물에 의한 바위의 침식과 또 다른 화산활동으로 인한 베개용암이 형성되고 강이 발달하였다.

한탄강은 좌상바위와 아우라지 형성과 같은 과정을 통해서 한탄강이



발달하였다.

한탄강 형성과정에 대한 목표 모델은 화산 폭발과 용암이 굳어서 형성된 넓은 대지, 대지를 덮은 후 물의 유입과 풍화와 침식으로 인한 강의 형성과 발달, 그리고 한 번의 화산 폭발이 아닌 적어도 두 번 이상의 화산 폭발과 또 다른 형태로의 강의 발달이다. 그 중에도 이 연구에서는 학생들 수준 적합하게 적어도 두 번 이상의 화산 폭발을 목표 모델로 정하였다. 즉, 학생들은 야외지질답사에서 학생들이 관찰한 다양한 암석과 지질학적 구조를 활용하여 화산 폭발을 목표 모델로 만들 수 있어야 했다.

A조 학생들은 조별 모델에서 야외지질답사 때 방문하였던 장소와 그곳에서 관찰한 암석 혹은 지질학적 특징을 증거로 답사 장소의 형성과 더불어 한탄강 형성과정에 대한 모델을 만들었다.

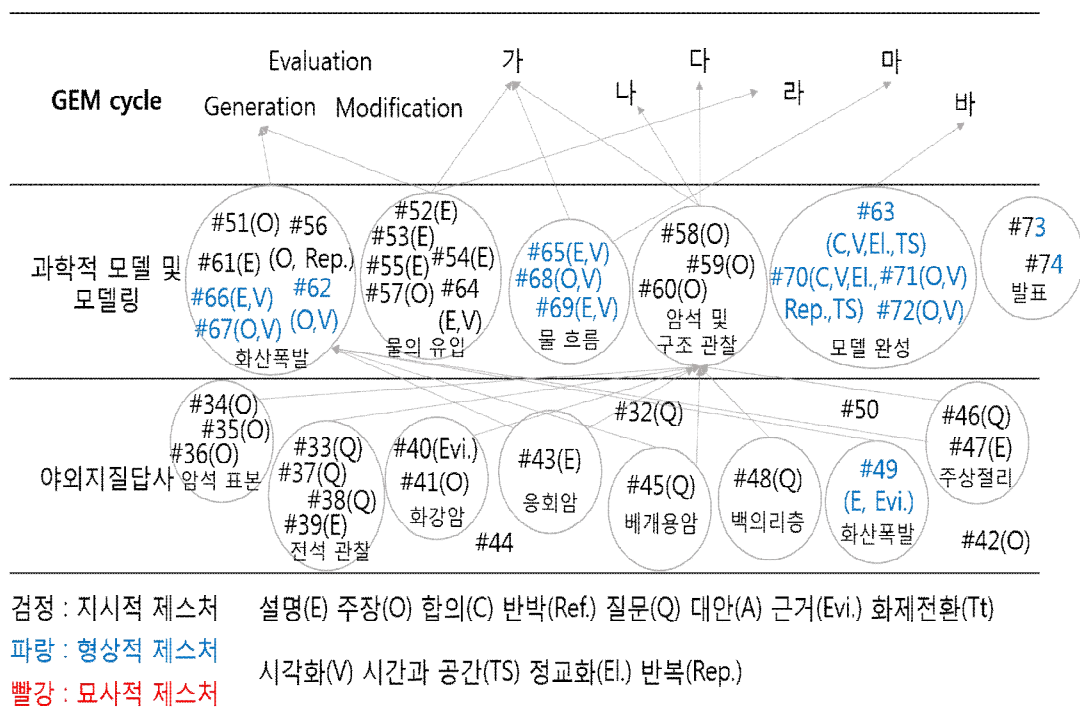


그림 6. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 A조 학생들의 보여준 제스처

그림 6은 한탄강 형성과정에 대한 야외지질학습에서 A조 학생들이 보여준 모든 제스처이다. 야외 학습 환경, 야외지질답사와 교실 학습 환경, 과학적 모델 및 모델링 과정으로 분류하였으며 모델 생성, 평가, 수정 각각의 단계에서 나타난 제스처를 정리하였다.

제스처는 다면적 상호작용의 양식 중에 하나이고 각각의 장면의 큰 활동을 이루는 다양한 작은 활동으로 표현될 수 있다. 야외지질답사에서 큰 활동의 키워드를 중심으로 각 장면을 분류하였다. 암석 표본, 학생들이 가져온 전석 관찰, 화강암, 응회암, 베개용암, 백의리층, 화산폭발, 주상절리는 야외지질답사에서 학생들이 참여한 활동의 키워드로서 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처의 빈도 순으로 나타났었다. 야외지질답사에서 제스처가 포함된 작은 활동이 모여서 조별 모델 형성과정과 동일한 키워드의 큰 활동과 연관이 있을 수 있다.

과학적 모델 및 모델링 과정에서 화산 폭발과 관련된 형상적 제스처는 모델을 생성단계에서 나타났다. 이 제스처는 한탄강 형성과정에 가장 핵심적인 모델의 키워드 화산 폭발과 관련된 내용일 뿐만 아니라 화산이 폭발하는 내용과 관련된 학생들의 음성 언어, 제스처, 근접성, 프린트 등과 같은 다면적 상호작용을 분석하기 위한 각 양식의 범주 내에서 시각적으로 드러났다. 화산폭발과 관련된 내용을 다루는 장면은 단순히 과학적 모델 형성과정에만 나타난 것이라 아니라 야외지질답사 단계에서 학생들이 관찰한 주상절리, 베개용암, 응회암 등에서 보여주었던 지시적 제스처를 포함한 작은 활동에서부터 시작되었을 것이다.

모델 형성과 관련된 또 다른 키워드로서 물의 유입이 있다. 이 물의 유입은 여섯 개 장면에서 지시적 혹은 형상적 제스처로 제시되었다. 물의 유입은 강의 발달과정에 대한 것으로 야외지질답사에서 관찰한 내용과 관련된 활동이라기보다 학생들의 모델 형성과정에서 추론의 과정에서 처음 새롭게 나타난 것이다. 물의 유입과 강의 발달에 관한 것은 모델 생성에 뿐만 아니라 수정, 평가 그리고 다시 모델의 생성 과정에 순환적인 양상으로 모두 나타났다. 더욱이 물 흐름과 관련된 내용이 모델 생성

후 평가의 단계에 추가되어 지시적 혹은 형상적 제스처로도 표현되었다.

과학적 모델 형성과정에서 암석 및 지질학적 구조에 대한 내용에는 미고결 퇴적층, 좌상바위에서 관찰한 다양한 암석과 아우라지에서 관찰한 베개용암에 관한 내용도 있었다. 이 장면은 모델을 평가하고 수정하는 과정에서 나타났으며 최종적으로는 평가와 수정의 단계를 거쳐 모델을 새롭게 생성하기 위한 과학적 내용을 추가하는데 도움이 되었다. 야외지질답사에서 학생들이 관찰하고 특징을 정리한 것은 초기 모델 단계보다 초기 모델을 평가하고 수정하거나 그리고 최종 조별 모델을 완성하는 데 내용의 질적인 향상을 도모하는데 도움이 되었을지도 모른다. 더욱이 모델의 평가, 수정, 생성의 단계에서 보여주었던 암석과 지질학적인 특징을 고려한 상황에서 학생들은 지시적 제스처를 동반하여 음성 언어, 근접성, 프린트 등의 다른 양식들과 함께 상호작용하여 의미를 만들었다. 제스처는 구체적인 사물 혹은 대상을 지칭하는 행위의 작은 활동이었다. #58, #59, #60에서 모인 이 지시적 제스처는 야외지질답사 단계에서 학생들이 관찰하였던 내용을 수반하고 조별 모델에 반영되는 지질학적인 내용과 관련이 있을 수도 있다.

모델을 완성하는 장면에서는 모두 최종적으로 모델을 생성하는 단계, 다시 말해 초기 및 중간 모델을 생성하고 이를 평가 및 수정하는 상황을 반복적으로 경험한다. 더욱이 학생들은 한 번이 아니라 주어진 상황과 맥락 속에서 모델의 생성, 평가, 수정은 지속적으로 반복하였다. 학생들이 최종적으로 모델을 완성하는 상황에서는 이 모든 것을 요약 및 정리하는 개념과 더불어 최종적으로 모델을 만드는 단계에서 #63, #70, #71, #72가 있었다. 이 장면들은 지시적 제스처와 형상적 제스처가 있었다. 이 두 제스처는 모델을 완성하는 데 작은 활동으로 큰 활동으로서 의미를 형성하는데 도움을 주었다.

과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 보여주는 제스처는 각각의 큰 활동을 구성하기 위한 작은 활동의 일부이다. 이 제스처가 학습 상황과 맥락을 고려한 다면적 상호작용을 분석 과정에서 각각 사회적인 기능과 과학적 내용을 반영하는 것을 고려하였는데, 모델 형성과정에서 제스

처는 학생들의 GEM cycle내에서 의미를 형성하는 데 도움을 줄 수 있었을지도 모른다. 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처, 이 세 가지 제스처가 복합적으로 나타나기도 하고 혹은 하나의 제스처만 나타날 수도 있다. 제스처는 음성 언어, 근접성, 프린트 등과 같은 다른 양식과 상호 연관되어 의미를 형성하기 때문에 모델 형성과정에서 학생들이 보여주는 제스처 하나하나가 상호작용의 맥락 내에서 충분한 의미를 내포하고 있을 것이다.

A조 학생들이 관악산 및 한탄강 형성과정에 관한 두 차례 야외지질학 습에서 보여준 제스처는 GEM cycle 내에서 작은 활동으로서 각각 다른 의미를 만들 수 있다. 특히 모델링 과정에서 학생들이 초기 모델을 생성하고 이를 상호간에 의견을 공유하는 과정에서 모델을 평가, 수정할 수 있다. 학생들은 GEM cycle을 한 번이 아니라 여러 번 반복되는 상황을 볼 수 있는데, 이를 내용 중심 키워드로 분류하였을 때 학생들이 야외지질답사 단계에서부터 보여주었던 다양한 제스처와 학습 상황이 모델 형성과정에서 제스처로서 의미를 만들어갈 수 있다. 그렇기 때문에 과학적 모델 및 모델링 상황, 더욱이 모델을 평가하거나 수정할 때 지시적 제스처와 형상적 제스처가 이율배반적인 상황에 대한 설명과 학생들이 모델에 대한 합의를 이끌어 가는 조건에서 의미 있는 상호작용을 하는데 필수적일 수 있다.

과학적 모델 및 모델링에서 제스처는 학생들이 자신의 의견을 표현할 때 필수불가분의 것으로서 GEM cycle내에서 모델을 평가 및 수정하거나 혹은 최종 모델을 생성하는 데 작은 활동으로서 각각의 큰 활동을 만드는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

## 나. B조 사례

### 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

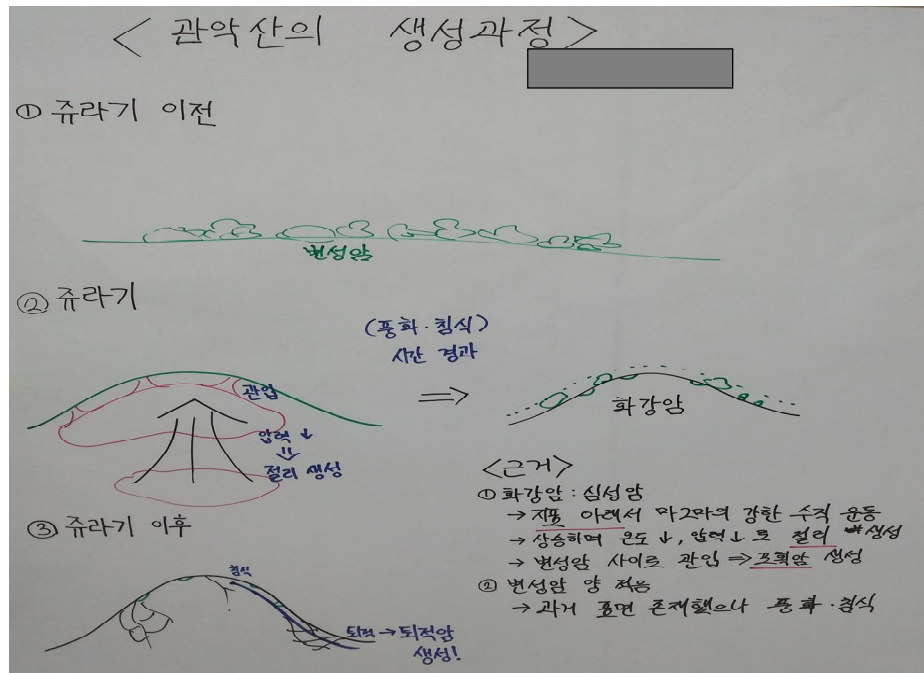


그림 7. 관악산 형성과정 B조 최종 모델

그림 7은 관악산 형성과정에 대한 B조의 최종 모델이다. B조 학생들은 관악산 형성과정에 관한 최종 모델을 중생대 유라기를 기준으로 1 ~ 3까지 총 세 단계로 구성하였다.

1. 유라기 이전 시대에는 변성암이 넓게 존재하고 있었다.
2. 유라기 시대에 심성암(화강암) 용기하였다.
3. 유라기 이후 침식과 퇴적작용이 있으면서 퇴적암이 생성되었다.

관악산 형성과정에 대한 B조 학생들의 조별 모델은 이와 같은 세 단계로 진행되었는데 각각 단계로 설명하고자 하는 근거는 다음과 같다.

첫 번째 화강암(심성암)은 지표 아래에서 마그마의 강한 수직 운동, 심성암이 상승하여 온도와 압력이 감소하여 절리가 생성되었으며, 변성암 사이로 관입하여 포획암도 생성되었다. 두 번째 변성암의 양이 적은 것은 과거에는 표면에 존재했으나 풍화와 침식을 받았다.

B조 학생들의 관악산 형성에 관한 최종 모델은 목표 모델과 매우 유사하였다. B조 학생들의 조별 모델에는 심성암, 화강암의 생성과 용기, 편마암의 존재, 풍화와 침식 과정과 같이 현재의 관악산이 존재하는 모습을 지질 시대를 표현하며 시간 순서대로 설명하였다.

다면적 상호작용 양식 중 제스처를 중심으로 B조 학생들의 조별 모델이 어떻게 만들어졌는지 탐색해보고자 하였다.

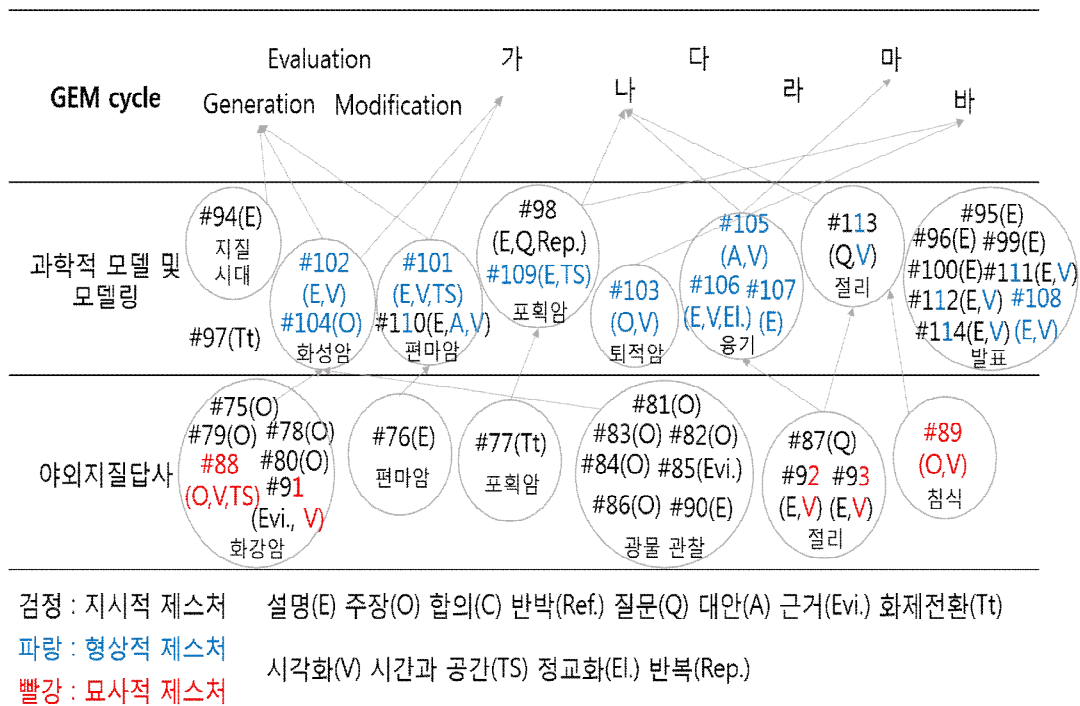


그림 8. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 B조 학생들의 보여준 제스처

그림 8은 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 학생들이 보여준 모든 제스처를 GEM cycle에서 어느 단계에서 보여주었

는지를 정리한 것이다.

야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링 과정에서 각각의 큰 활동에 대하여 범주화하였다. 더욱이 각각의 큰 활동에서 학생들이 표현하고자 하는 공통적인 의미를 중심으로 분류하였다.

학생들은 야외지질답사에서 화강암에 관한 내용을 지시적 제스처를 중심으로 화강암이 어디 있는지 구체적으로 가리키는 행위로서 나타났다. 뿐만 아니라 화강암에 대한 내용을 표현하는 일부 큰 활동에서는 묘사적 제스처로서 화강암의 현재 모습에 대해 시각적으로 표현하는 것도 있었다. 과학적 모델 및 모델링에서도 화강암을 포함한 화성암에 관한 내용을 중심으로 큰 활동을 만들기도 하였다. 화성암에는 화강암뿐만 아니라 화산암도 함께 표현되기도 하였다. 이 장면에서는 형상적 제스처로서 과거의 시간 혹은 공간적인 개념을 제스처로서 표현하였다. 과학적 모델 및 모델링에서 화성암을 표현하였던 제스처는 초기 모델 생성 단계에 작은 활동으로서 의미를 더하였다.

야외지질답사에서 편마암을 가리키는 지시적 제스처가 있었다. 편마암을 가리키는 지시적 제스처도 편마암을 구체적으로 가리키는 행위이자 작은 활동으로 존재하였다. 모델 형성과정에서도 #101은 형상적 제스처로서 편마암에 관한 작은 활동으로 다루었을 뿐만 아니라 #110에서는 지시적 제스처로서 명시적으로 편마암을 표현하였다. 초기 모델에 편마암에 관한 큰 활동의 존재는 이와 같이 야외지질답사에서 시작된 작은 활동과 모델 형성과정에서 편마암을 키워드로 다루었던 두 장면에서 기인하였을 것이다. 각 장면에서 작은 활동으로 표현되었던 지시적 제스처와 형상적 제스처가 초기 모델을 형성하는 것에 도움을 주었을지도 모른다. 각각의 장면에서 큰 활동은 작은 활동으로부터 구성된다. 그렇기 때문에 편마암을 다루었던 장면에서 각각의 제스처는 초기 모델을 형성하는 큰 활동에 도움을 주었을지도 모른다.

야외지질답사에서 #77은 포획암을 관찰하는 장면이다. 야외지질답사에서는 포획암의 용어에 대한 안내 혹은 사전 지식이 없었었기 때문에 학생들은 단순히 색의 차이, 경계 등 육안으로 볼 수 있는 특징으로 정리

하였다. 야외지질답사에서는 암석의 색과 색이 다른 지점의 경계를 가리키는 구체적인 행위로서 지시적 제스처가 있었다. 과학적 모델 및 모델링에서 #98과 #109 장면에서도 포획암을 가리키는 지시적 제스처가 있었다. B조의 최종 모델에도 포획암의 생성에 관한 내용이 명시적으로 있었다. 포획암은 학생들의 모델 형성과정에서 조별 모델을 평가 후 수정하는 단계에서 추가되었으며 최종 모델에 반영되었다. 지시적 제스처는 포획암의 생성과 조별 모델에 반영하기 위한 내용적인 측면보다 사회적인 기능 면에서 포획암에 관한 큰 활동에 조별 모델에 반영될 수 있는데 도움이 되었을 지도 모른다.

야외지질답사에서는 학생들에게 광물 표본과 계곡에서 광물을 직접 관찰할 수 있는 기회가 제공되었다. 광물 관찰에 관하여 대부분 지시적 제스처가 있었다. 학생들은 광물을 가리키거나 분류하는 활동에서 지시적 제스처가 많았다. 학생들은 야외지질답사에서 관찰한 광물을 또 다른 작은 활동으로서 암석의 종류를 구분하는데 증거로 활용할 수 있도록 구성하였다.

야외지질답사에서 절리와 침식 과정에 대한 큰 활동으로 #87, #89이 있다. 절리를 가리키는 지시적 제스처와 침식 과정에 대한 묘사적 제스처가 있었다. 야외지질답사 과정에서는 지시적 제스처와 묘사적 제스처는 각각 학생들이 절리를 가리키는 것과 계곡에서 물에 의한 침식을 표현하는 작은 활동이었다. 반면 과학적 모델 및 모델링에서는 절리와 용기의 과정이 함께 나타났다. 특히 #113에서와 같이 수평절리의 생성과 용기가 동시에 다루었는데 더욱이 이 때 지시적 제스처가 형상적 제스처가 있었다. 지시적 제스처는 수평절리를 조별 모델에 명시적으로 반영하기 위해 작성해야하는 것을 가리키는 행위가 있었다. 형상적 제스처는 절리가 생성되는 과정을 설명하기 위한 작은 활동이었다. 두 제스처는 모델 형성과정에서 수정하거나 최종 모델을 생성하는 단계에 도움이 되었을지도 모른다.

모델 형성과정에서 지질 시대와 퇴적암에 관한 작은 활동으로서 지시적 제스처와 형상적 제스처가 있었다. 모델 형성과정에서 나타난 두 큰



활동은 야외지질답사에서는 관찰할 수 없었던 것으로 구체적인 시간을 구분하는 지시적 제스처로서 지질 시대에 관한 것을 명시적으로 드러냈다. 퇴적암의 존재와 형성과정에 대한 형상적 제스처는 시간의 흐름을 묵시적으로 드러냄과 동시에 통시적으로 관악산 형성과정을 보았을 때 특정 상황을 설명하는데 도움을 주는 작은 활동일 수 있다.

관악산 형성과정에 대한 B조 학생들의 다양한 제스처는 야외지질답사와 공통적인 키워드로 분류하거나 혹은 야외지질답사와 무관한 키워드로 분류할 수 있었다. 야외지질답사와 공통적으로 분류된 키워드는 야외지질답사 상황에서 나타난 큰 활동이 과학적 모델 및 모델링 상황에서도 동일한 키워드의 상황에서 나타난 제스처를 중심으로 GEM cycle 내에서 어떤 단계에서 나타나는지 확인하였다. 반면에 과학적 모델 및 모델링 상황에서만 나타난 키워드의 경우에도 GEM cycle 내에서 어떤 단계에서 나타나는지 확인할 수 있었다. 다양한 암석, 광물 등과 같이 지질학적 개념과 관련된 주제의 경우는 야외지질답사 때 시작되어 모델 형성과정에서 이어져서 모델이 최종적으로 완성되는데 도움을 줄 수 있었고 모델 형성과정에서만 나타났던 키워드의 경우에는 지질 시대와 같이 시간적인 흐름을 표현할 수 있는 것이 있었다. 관악산 형성과정에 대한 모델링에서 다양한 제스처는 각각의 키워드를 구성하는 작은 활동으로서 통시적인 관점에서 시간적인 흐름을 표현할 수 있었다. 각각의 제스처가 독립적으로 존재하는 것은 아니었지만 음성 언어, 근접성, 프린트 등과 같은 다른 양식과 더불어 하나의 큰 의미를 만드는데 도움을 줄 수 있었다.

## 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

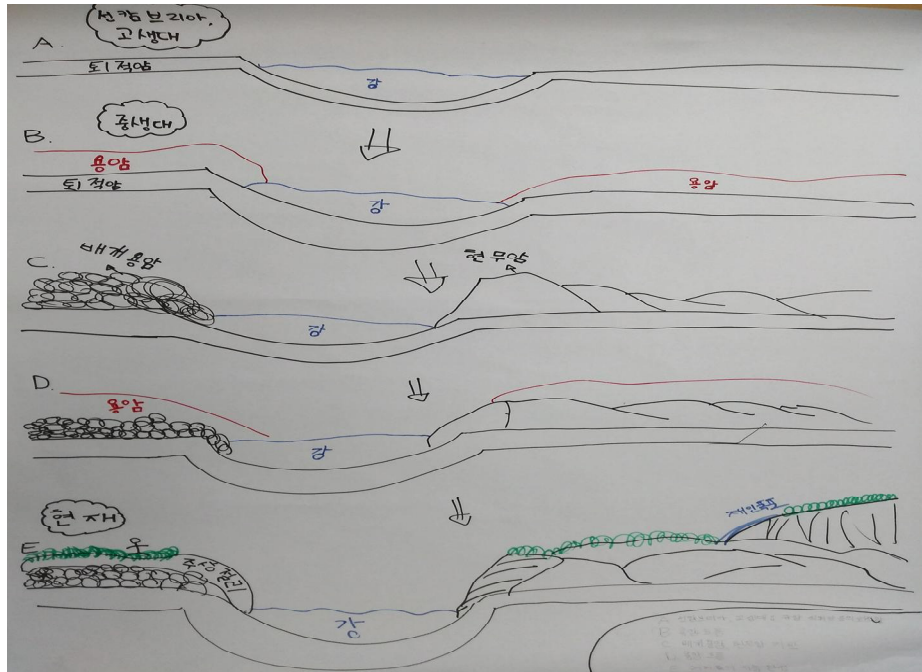


그림 9. 한탄강 형성과정 B조 최종 모델

B조 학생들은 한탄강 형성과정에 대한 최종 모델을 그림 69와 같이 작성해주었다. 한탄강 형성과정에 최종 모델은 A ~ E 까지 총 다섯 단계에 걸쳐서 발표했다. 한탄강 형성과정에 대한 B조 최종 모델을 각 단계별로 요약하면 아래와 같다.

첫 번째 선캄브리아, 고생대 시대에 걸쳐 퇴적암이 생성된다.

두 번째 중생대에 용암이 흐른다.

세 번째 용암이 흘러서 베개용암이나 현무암 등과 같은 것이 생성된다.

네 번째 반복적으로 화산이 폭발하여 용암이 다시 흘러든다.

다섯 번째 풍화 침식을 받으면서 현재와 같은 모습이 된다. 용암이 반복적으로 흘러서 주상절리나, 재인폭포 등과 같은 것을 관찰할 수 있다.

B조 학생들은 한탄강 형성과정을 발표할 때 화산 폭발이 적어도 두

번 이상 즉 반복적인 화산 폭발이 있었음을 두 번의 용암을 적고 그림을 그리는 것과 같이 명시적으로 조별 모델에 표시하였다. 한탄강 형성 과정에 대한 목표 모델은 화산 폭발과 용암이 굳으면서 다양한 암석과 주상절리 등이 생성되고 풍화 침식 과정을 인한 강의 발달 과정을 다루는 것이다. 그런 점을 고려하면 B조 학생들이 최종 조별 모델에 반복적인 화산 폭발이 있었음을 발표하는 것이 목표 모델에 가장 가깝게 표현한 것 중에 하나였다. 더욱이 조별 모델에 배개용암, 현무암, 주상절리 등과 같이 용암이 흘러온 이후, 화산이 폭발하여 화산암과 혹은 그로 인해 지질학적으로 만들어질 수 있는 구조나 현상 등을 함께 명시적으로 표현했다.

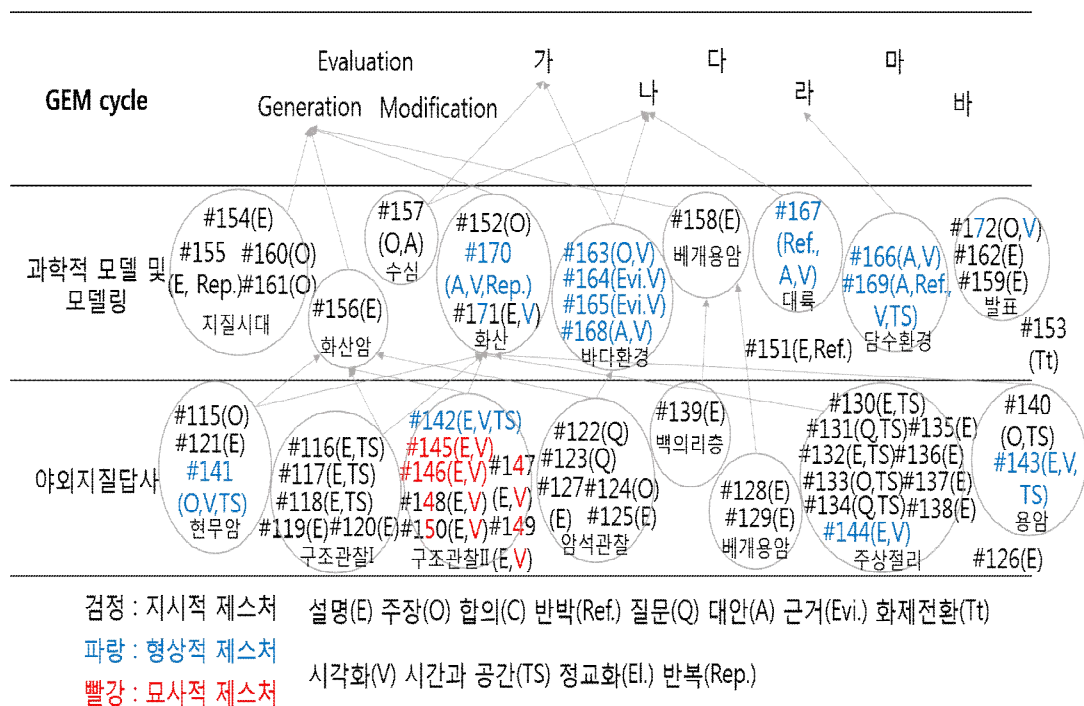


그림 10. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 B조 학생들이 보여준 제스처

그림 10은 한탄강 형성 과정에 대한 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 B조 학생들의 보여준 모든 제스처를 각각의 키워드 중심으

로 요약한 것이다. 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링과 모델 형성 과정을 GEM cycle로 분류하였고, 제스처를 포함한 음성 언어, 근접성, 프린트 등의 양식이 만드는 큰 활동의 키워드를 중심으로 구조화하였다.

제스처는 다른 양식과 분리된 형태로 단독적으로 의미를 형성하기에는 한계가 있을 수 있다. 제스처가 야외 학습 상황 혹은 교실 학습 환경에서 의미를 파악하기 위해서 다른 양식과의 상호 연관성을 기반으로 하였다. 다양한 양식을 중심으로 표현하는 의미를 중심 키워드로 분류하였다. 그런 다음 키워드를 바탕으로 제스처가 가지는 의미와 GEM cycle에서 어떤 단계에서 의미가 형성되었는지 방향을 찾아가는 것으로서 제스처가 모델 형성과정에서 갖는 의미를 탐색하였다.

첫 번째 야외지질답사에서 현무암을 중심으로 의미를 형성하였던 #115, #121, #141 장면이 있다. 이 장면은 현무암에 대한 큰 활동으로서 다양한 양식 중에 제스처에는 지시적 제스처와 형상적 제스처가 있었다. 이 두 제스처는 학생들이 현무암을 직접 찾아서 구체적으로 가리키는 행위와 현무암의 생성 과정과 관련 있는 움직임으로서 형상적 제스처가 있었다. 모델 형성과정에서 화산암과 화산에 관한 내용을 다룰 때 학생들이 관찰한 현무암은 모델 형성과정에서 모델 생성, 평가의 단계에서 나타났을 때 의미를 형성하는 것과 관련이 있을지도 모른다. 즉, 모델 형성과정에서 화산암과 화산 등을 다루는 내용에서는 지시적 제스처와 형상적 제스처가 있었는데, 모델 형성과정에서 화산암(응회암, 현무암)과 화산 폭발을 다루는 큰 활동을 구성하는 작은 활동 중에 하나로서 제스처 양식의 두 가지 제스처가 있었다. 그렇기 때문에 큰 활동의 하나로서 화산암에 관한 것과 화산 폭발에 관한 각각의 큰 활동은 작은 활동 중에 하나로서 야외지질답사에서 현무암을 관찰하였던 더 작은 활동에서부터 기인하였을지도 모른다. GEM cycle 내에서는 모델의 생성과 모델의 평가 단계에서 두 제스처가 나타났다. 이 또한 GEM cycle 내에서 각각의 단계를 큰 활동으로 간주하고 이를 구성하고 있는 것을 작은 활동으로 분류할 수 있다. 제스처는 GEM cycle의 각 단계를 구성하는 또 다른 작은 활동이 될 수 있기 때문에 작은 활동으로서 지시적 제스처와 형상적

제스처가 큰 활동, 화산암과 화산 폭발을 이루는 데 도움을 줄 수 있을 지도 모른다.

두 번째 구조 관찰과 암석 관찰에 관한 제스처이다. 한탄강 야외지질 답사에서 B조 학생들은 한탄강 인근에서 근접성이 짧은 경우, 즉 학생들이 가까운 곳에서 작은 규모로 암석을 관찰하는 것과 더불어 강 건너편에서 근접성, 물리적인 거리를 갖고 암석을 관찰하는 작은 규모의 관찰이 아닌 그 보다 조금 큰 규모의 구조적인 관찰에 참여하기도 하였다. 더욱이 구조관찰I과 구조관찰II 각각의 경우 학생들이 좌상바위 인근, 아우라지, 차탄천 주상절리 등 모든 야외지질답사 장소에서 학생들이 근접성을 갖고 활동에 참여하였기 때문에 다수의 제스처가 존재하였다. 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았으며 지시적 제스처 이외에도 형상적 제스처와 묘사적 제스처도 있었다. 구조의 관찰 과정은 학생들에게 큰 규모의 관찰에서 시간의 차이를 표현할 수 있었을 뿐만 아니라 화산 폭발로서 학생들이 조별 모델을 주장하는데 증거를 제공할 수 있었을 지도 모른다. 학생들이 야외답사장소에서 관찰한 다양한 암석과 구조를 증거로 학생들이 모델 형성과정에 참여하고 그것이 학생들의 최종 모델에까지 반영될 수 있었을 지도 모른다. 암석 관찰도 이와 마찬가지로 특정 암석을 학생들이 구체적으로 가리키는 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았으며 일부 형상적 제스처나 묘사적 제스처도 있었다. 형상적 제스처의 경우는 학생들이 암석이 어떻게 만들어 졌는지에 대한 연구 참여자 학생들의 생각을 표현하는 경우에 있었고 묘사적 제스처는 암석의 줄무늬 혹은 특징이 되는 부분을 표현할 때 나타나기도 하였다.

세 번째 백의리층과 배개용암이다. 야외지질답사에서 학생들은 아우라지에서 배개용암의 존재와 특징과 차탄천 주상절리의 특징을 야외 관찰 기록장에 서술하였다. #128, #129는 배개용암을 관찰하고 그것의 특징을 표현할 때 연구 참여자 학생이 보여준 제스처로서 지시적 제스처이다. #139는 백의리층의 존재를 가리키는 지시적 제스처이다. 두 가지 경우 모두 다 지시적 제스처가 있었는데 이 지시적 제스처는 학생들이 관찰하는 것의 특징을 가리키는 행위로서 의미를 형성하였고 과학적 모델 및

모델링 형성에서 베개용암에 관한 내용을 다루는데 직접적으로 관련이 있었을 지도 모른다. 베개용암의 존재는 학생들의 조별 모델을 생성 단계에서 화산이 폭발하고 용암이 흘렀던 것의 증거로 활용하였기 때문에 더욱 의미가 있을 지도 모른다.

네 번째는 주상절리와 용암이 있다. 주상절리에 관한 내용을 다루는 것은 야외지질답사에서 학생들이 가장 많은 제스처를 보여주었던 것 중 하나로서 야외지질답사에서 주상절리를 표현하기 위한 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았다. 지시적 제스처는 주상절리를 가리키는 행위로서 주상절리의 층을 나누거나 층의 특징을 학생들이 발표할 때 가장 많이 사용된 것으로서 화산 폭발로 인한 용암의 흐름과 직접적인 관련이 있는 내용이다. 용암의 흐름을 직접적으로 표현하였던 #140, #143 두 장면에서는 과거 용암의 흐름을 시각적으로 표현하는 형상적 제스처가 있었다. 이처럼 주상절리와 용암을 큰 활동으로 간주하였을 때 이 활동에는 작은 활동으로 지시적 제스처와 형상적 제스처를 사용하여 나타난 사례이다. 주상절리와 용암에 관한 제스처는 학생들의 모델 형성과정에서 화산 폭발 모델과 직접적으로 관련될 수 있는 움직임으로 조별 모델이 생성되는 단계와 관련이 있다.

다섯 번째 조별 모델 형성과정에만 나타났던 지질시대는 지시적 제스처가 사용되었다. 이 지시적 제스처는 조별 모델에 명시적으로 표현하기 위한 가리키는 행위로서 사용되었으며 지질 시대는 과학적 현상이 나타나는 과정을 시간 순서대로 설명하기 위한 하나의 도구일 뿐만 아니라 통시적으로 현상을 바라보는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

여섯 번째 수심, 바다환경, 대륙으로 분류한 이 경우는 조별 모델형성 과정에서 처음 초기 모델을 생성하고자 하였을 때 보였던 사례로서 모델을 평가하고 수정하는 단계에서 나타났다. 그리고 담수 환경으로 분류한 경우는 바다환경에 관해 다시 평가하는 과정으로서 GEM cycle에서 새롭게 나타난 것에 대해 다양한 제스처가 있었다는 것을 보여주는 결과이다. 다시 말해, 모델의 평가와 수정의 단계가 반복적으로 나타났다는 것을 의미하는데 모델의 생성 단계가 아닌 모델의 평가와 수정의 단계에

다른 조에 비해 키워드나 장면의 빈도가 많이 나타나는 것은 활발한 의사소통이 있었다는 것을 방증하는 사례가 될 수 있다. 즉 과학적 모델 및 모델링에서 평가와 수정의 단계에 해당하는 많은 장면과 제스처는 활발한 의사소통 과정이 있었다는 것을 보여준다. 더욱이 모델 평가와 수정의 단계에서는 지시적 제스처에 편중된 것이 아닌 두 가지 이상의 제스처가 동시에 나타나거나 혹은 형상적 제스처의 빈도가 더 많이 나타나는 것은 학생들의 다양한 의견을 많이 교환하는 상황이라는 것을 말해준다.

일곱 번째 모델 형성과정에서만 나타난 키워드로 지질시대가 있다. 야외지질답사 단계에서는 나타나지 않은 상황으로서 지질시대에 관한 것은 학생들이 조별 모델에 시간의 흐름 속에서 지시적 제스처가 있었다. 이 지시적 제스처는 조별 모델에 명시적으로 시간을 표식하기 위한 활동으로서 한탄강 형성과정을 통시적인 관점에서 설명할 때 도움을 줄 수 있었을 것이다.

B조의 사례에서는 두 차례 야외지질학습에서 모두 목표 모델과 매우 흡사한 결과를 보여주었다. B조 학생들의 보여준 제스처의 절대적인 수는 다른 조에 비해 많았다. 빈도수가 절대적인 기준이 되는 것은 아니지만 제스처의 빈도수가 많다는 것은 학생들이 비언어적인 표현이 의미가 있을 수도 혹은 의미가 없을 수도 있지만 학생들의 의사소통하는 과정에서 그만큼 비언어적인 의사소통이 있었다고 해석할 수 있다.

과학적 모델 및 모델링에서 제스처는 다면적 상호작용 내에서 큰 활동의 의미를 만들기 위한 작은 활동을 구성하는 것 중의 하나이다. 특히 야외지질답사에서 학생들이 관찰하였던 내용, 혹은 추론하였던 것이 동일한 주제로 조별 모델 구성과정에 나타나기도 하였다. 이처럼 야외지질답사에서 학생들이 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처와 같이 어떤 제스처로서 표현되었던 것은 모델링 과정에 동일한 키워드로 등장하는 것과 관련이 있을 것이다. 학생들이 조별 모델에 명시적으로 표현된 것 혹은 학생들이 모델을 주장하기 위한 증거로 활용하는 경우와 같

이 야외지질답사에서 의 큰 활동, 각각의 상황이 모델 형성과정 혹은 최종 조별 모델과 관련이 될 수 있을지도 모른다는 것을 보여주는 결과이다. 뿐만 아니라 야외지질답사에서는 표현되지 않았던 지질시대, 그리고 모델 평가와 수정의 단계에서 보였던 바다환경, 수심, 대륙 등과 같은 또 다른 조건에서 보이는 지시적 제스처와 형상적 제스처는 최종적으로 모델에 그 내용이 반영되지 않는 것에 도움을 주었을 지도 모른다는 것을 알 수 있다. 모델 형성과정에서 학생들이 보여주는 작은 활동 중 하나로서 제스처는 야외지질답사와 모델 구성과정과 분리된 것이 아닌 상호 영향을 줄 수 있을 지도 모른다.



## 다. C조 사례

### 1) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

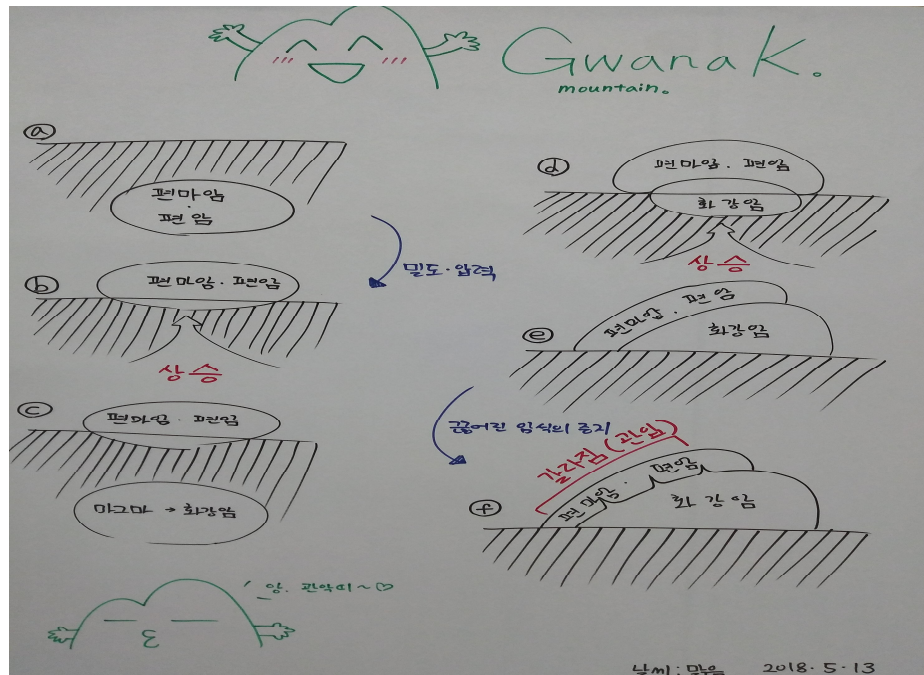


그림 11. 관악산 형성과정 C조 최종 모델

그림 11은 관악산 형성과정에 대한 C조의 최종 모델이다. 이 모델은 총 a~e까지 총 여섯 단계로 구분하였다. 여섯 단계로 구분하였던 이 모델을 정리하면 아래와 같다.

첫 번째 편마암과 편암이 지표 아래에 존재한다.

두 번째 밀도와 압력이 낮아져서 변성암이 상승한다.

세 번째 마그마가 지하에서 식어서 화강암이 생성된다.

네 번째 화강암이 융기한다.

다섯 번째 화강암이 기존에 존재하고 있는 변성암과 함께 융기된다.

여섯 번째 변성암과 화강암 사이에 관입이 이루어지거나 갈라짐, 끊어진 암석이 존재한다.

관악산 형성과정에 대한 C조 학생들의 모델은 여섯 단계로 구분하였다. 목표 모델에 반드시 필요하였던 심성암(화강암)의 형성, 마그마로부터 기인한 화강암과 화강암의 용기, 절리의 생성, 편암 혹은 편마암과의 경계에서 포획암의 생성 등의 과정을 조별 모델에 표현하였다. 뿐만 아니라 밀도와 압력의 감소와 같이 다른 조에서는 찾아볼 수 없었던 내용으로 지각이 용기하여 야기되는 상황에 대한 설명도 명시적으로 추가되었다. 하지만 변성암의 생성과 존재에 관해서는 목표 모델과는 거리가 있었다. 그럼에도 불구하고 C조 학생들은 관악산이 화강암으로 형성되어 현재와 같이 존재하는 것을 단계를 세분화하여 각각의 단계에서 반드시 필요로 하는 과학적 내용을 표현하였다.

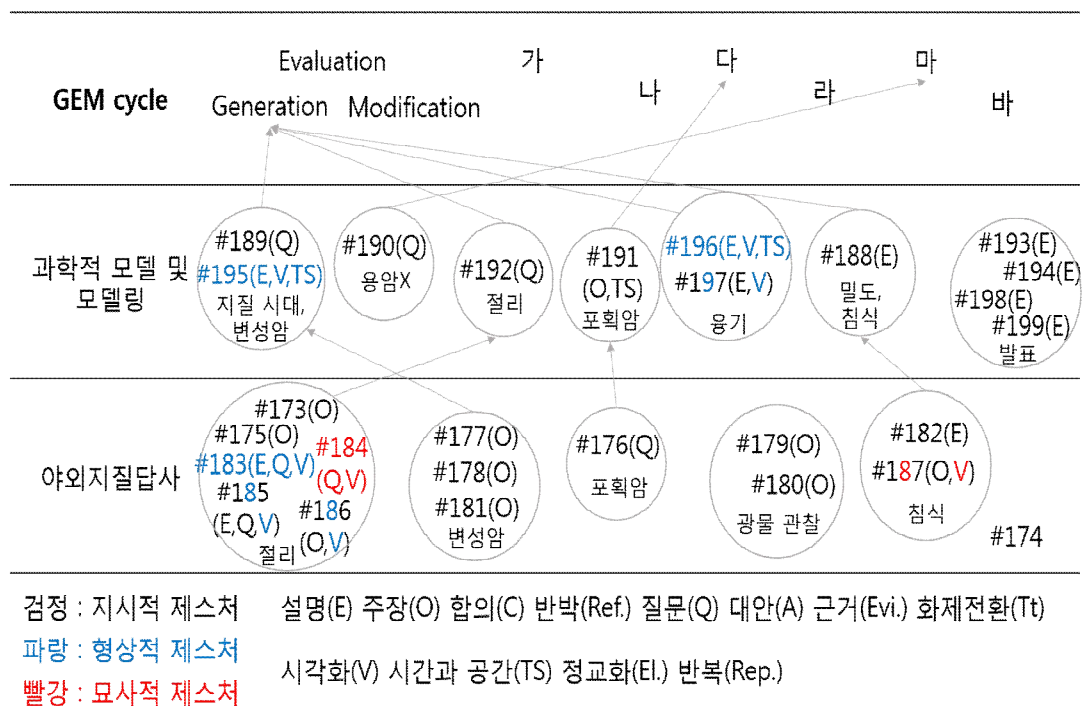


그림 12. 관악산 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 C조 학생들의 보여준 제스처

그림 12는 관악산 형성과정에서 C조 학생들이 나타난 제스처를 활동의 키워드를 중심으로 정리한 것이다. 야외지질답사에서는 절리를 주제

로 하여 학생들이 의사소통 하는 과정에서 지시적 제스처의 빈도가 가장 많았다. 절리라는 용어를 직접적으로 사용하지 않은 사례도 많지만 돌이 갈라져 있는 것을 가리키는 행위와 그것이 어떻게 지금과 같은 모습으로 생성되었는지에 관한 학생들의 질의응답 과정에서 지시적 제스처가 가장 많이 나타났다. 모델 형성과정에도 절리에 관한 내용을 다루었는데, #192는 조별 모델 생성 단계에서 지시적 제스처로서 조별 모델에 절리에 관한 내용을 추가할 것을 가리키는 행위가 있었다.

야외지질답사에서 학생들이 변성암을 직접 관찰한 것을 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 지시적 제스처는 주변의 다른 암석과 차별되는 것을 학생들이 음성 언어와 함께 표현하였다. 모델 형성과정에서 #189, #195 장면에서 변성암과 선캄브리아기 시대를 가리키는 지시적 제스처로 모델 생성단계에서 나타났다.

야외지질답사에서 #176은 포획암이라는 용어를 학생들이 직접적으로 사용하지 않았지만 포획암을 가리키는 지시적 제스처가 있었다. 지시적 제스처는 포획암을 가리키며 주변의 암석과 차이를 보이는 것을 가리키는 행위이다. 모델 형성과정에서도 #191에서 포획암을 가리키는 지시적 제스처가 있었다. 이 제스처는 모델 형성과정에서 모델을 생성할 때 나타났다 것으로 음성 언어와 더불어 조별 모델 발표에서 드러났다.

심성암의 용기 과정은 형상적 제스처와 지시적 제스처가 동시에 나타난 것으로 화강암이 지표로 드러나는 과정을 시각적으로 표현한 것이다. 용기 과정도 조별 모델 생성 단계에서 나타난 것으로 학생들은 조별 모델에 상승과 같은 다른 단어로 작성하였다.

야외지질답사에서 #182, #187 두 장면에서 침식 작용이 일어나는 것에 대하여 지시적 제스처와 묘사적 제스처로 그 과정을 표현하였다. 계곡에서 현재와 같은 모습을 표현하기 위한 활동 중 하나로서 물에 의한 침식 작용을 표현할 때 묘사적 제스처가 사용되었다. 모델 형성과정에서도 #188 장면에서 침식 작용에 관한 것을 지시적 제스처로 나타났으며 조별 모델 생성 단계에서 반영되었다.

관악산 형성과정에 대한 모델 형성과정에서 C조 학생들은 다른 조에

비해 제스처의 빈도가 적었다. 빈도수가 적다는 것은 학생들의 비언어적인 의사소통이 활발하지 않았던 것을 의미한다. 특히 제스처 빈도수의 감소는 학생들의 모델 평가와 수정의 과정에서 비언어적인 의사소통이 적었다. 그 이유는 조별 모델 형성과정에서 다른 조에 비해 조별 모델에 관한 학생들의 의사소통이 활발하지 않았을 뿐만 아니라 특정 개인 학생의 모델을 조별 모델에 그대로 반영하는 모습이였다. 특정 학생의 개인 모델을 조별 모델에 그대로 반영하기 때문에 학생들의 의견을 교환하는 과정에 대한 빈도수가 절대적으로 적었으며 다만 개인의 모델을 그대로 조별 모델에 반영하기 때문에 구체적으로 특정 대상을 가리키는 지시적 제스처가 많았으며 모델 생성 단계에 제스처의 빈도가 편중되었다. 그럼에도 불구하고 C조 학생들은 목표 모델에 부합하는 과학적인 내용 혹은 조별 모델 생성과정에서 조별 모델에 불필요한 과정을 다루기도 하였다. #190은 용암으로 형성된 것이 아니라는 것을 보여주는 장면으로서 모델을 평가할 때 지시적 제스처가 있었다. 이 지시적 제스처는 조별 모델과 부합하지 않은 것을 구체적으로 가리키는 행위로서 조별 모델에 도움을 줄 수 있었다.

## 2) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

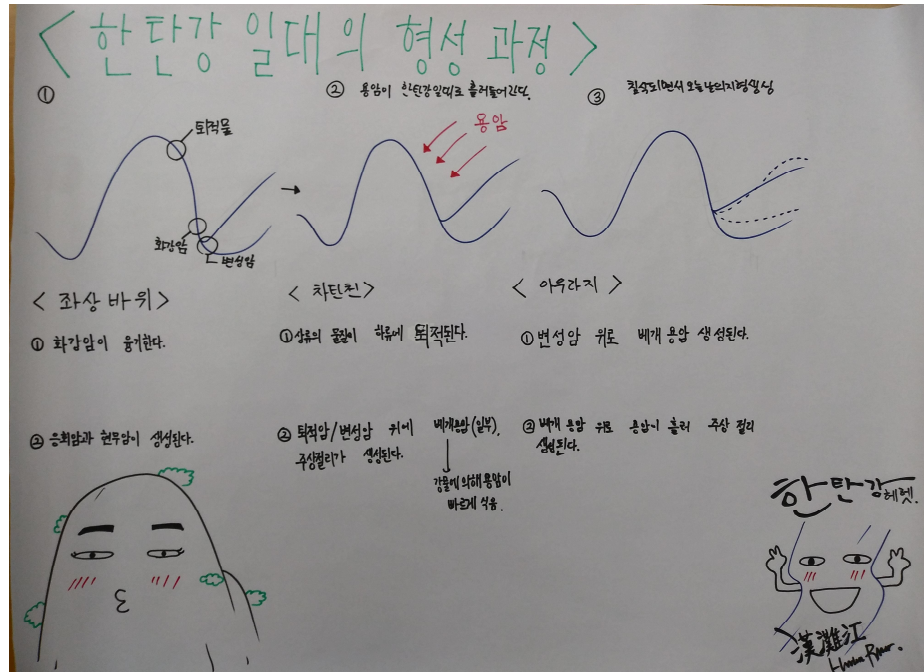


그림 13. 한탄강 형성과정 C조 최종 모델

그림 13은 한탄강 형성과정에 대한 C조 학생들의 최종 모델이다. 한탄강 형성과정에 대한 최종 모델은 야외 답사 장소의 생성과 한탄강 형성을 나누어서 각각 설명하였다.

첫 번째 좌상바위는 화강암의 용기와 응회암 현무암의 생성으로 각각 구분하여 화성암의 생성 과정을 다루었다.

두 번째 차탄천 인근은 퇴적 작용과 퇴적암 변성암 위에 용암이 흘러와서 베개용암과 주상절리가 생성되었다.

세 번째 아우라지 지역은 변성암 위에 베개용암이 생성되고 베개용암 위로 용암이 흘러 주상절리가 생성되었다.

한탄강은 퇴적물, 화강암, 변성암이 모두 존재한다. 용암이 현재 한탄강 지역으로 흘러들어온다. 침식되면서 오늘 날의 한탄강이 형성되었다.

C조 학생들의 한탄강 형성과정에 대한 최종 모델은 화산 폭발 모델이

다. C조 학생들은 각각의 야외 답사 장소가 어떻게 만들어졌는지, 한탄강이 어떻게 형성되었는지를 조별 모델에 동시에 작성하였다.

한탄강 형성과정에 대한 목표 모델과 화산 폭발 모델로서 큰 틀에서는 표현했지만 세부적인 형성 과정은 부합하지 않는 것도 있었다.

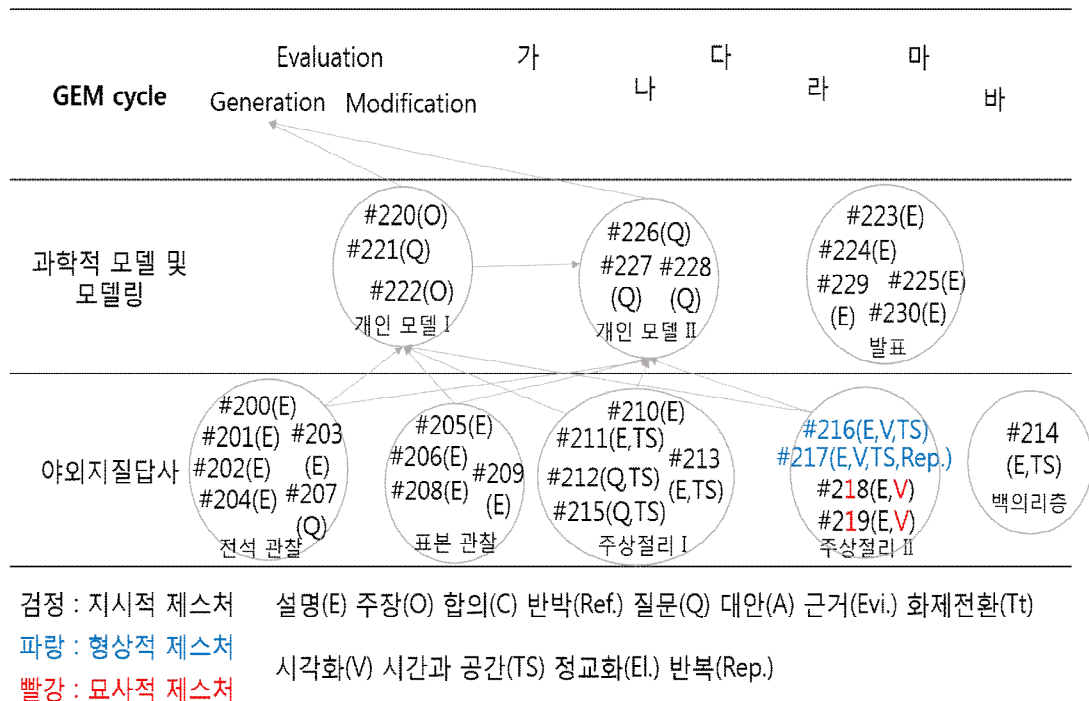


그림 14. 한탄강 야외지질답사와 과학적 모델 및 모델링에서 C조 학생들이 보여준 제스처

그림 14는 한탄강 야외지질학습에서 C조 학생들이 보여준 모든 제스처를 각각의 키워드를 중심으로 요약한 것이다. 야외지질답사와 모델 형성과정으로 분류하여 각각의 키워드에서 어떤 제스처가 있었는지 그것이 모델 형성과정에서는 어떻게 나타났으며 GEM cycle 어떤 단계에서 나타나는지를 확인하고자 하였다.

야외지질답사에서 학생들이 전석과 암석 표본을 비교 및 대조 관찰하는 사례가 많았으며, 화강암, 응회암, 이암, 편마암을 구분하였다. 주상절리에 관찰에 관한 것을 내용으로 하여 제스처의 빈도가 많았다. 주상절

리I은 지시적 제스처로서 주상절리를 가리키거나 주상절리의 층을 구분하여 그것을 가리키는 행위 등의 움직임이었으며 주상절리II는 주상절리의 생성과정, 용암, 화산 등을 표현하는 형상적 제스처이다. 주상절리에 관한 C조 학생들의 지시적 제스처와 형상적 제스처는 과학적 모델 및 모델링에서 학생의 개인 모델에도 그대로 반영된 것으로서 모델 형성에도 영향을 미쳤을 것이다. 특히 C조의 경우에는 학생들이 모델 평가와 수정하는 과정이 없었기 때문에 모든 것이 모델 생성 단계와 관련이 있다. 야외지질답사에서 다루었던 과학적인 내용과 모델을 형성을 위한 제스처의 의미를 만드는 과정은 모두가 하나의 작은 활동으로 큰 활동을 구성하고 의미를 더하는데 도움을 줄 수 있었을 지도 모른다.

C조 학생들은 특정 개인 모델을 그대로 조별 모델에 반영하였기 때문에 학생들의 모든 의견을 공유하지 않았었다. 이 결과 학생 개인의 의견, 화산 폭발 모델 자체는 목표 모델에 부합하였지만 세부적인 의견을 교환하는 과정이 없었기 때문에 부정확한 과학적인 내용도 많이 포함하고 있다. 만약 한 개인 학생의 능력이 다른 학생들에 비해 월등히 출중하여 목표 모델에 부합한 것을 만들었다고 할지라도 과정으로서의 과학을 경험할 수 있는 기회가 박탈될 뿐만 아니라 타인과의 상호작용이 없는 지식의 생산을 죽은 지식일 지도 모른다. 사회적 구성주의적 관점에서 과학적 지식은 정답과 혼자만이 지식이라기보다 조직된 실제 활동에 공동적으로 참여하여 지식을 만들어가는 과정으로 보기 때문에 비고츠키의 사회적 구성주의의 관점에 비추어 이와 같은 학습은 무의미한 학습이 될 지도 모른다. 즉, 비고츠키의 관점에서 과학 학습은 개인적인 메커니즘이라기보다 집단의 구성원들에 의해 그 의미가 교섭되고 규정되는 과학이라는 문화 활동에의 동참 과정으로 보는 것이다. 그렇기 때문에 사회적 상호작용과 유의미한 공유된 지식이 될 수 있도록 다양한 상황 속에서 협력의 필요성을 강조한다. 그렇기 때문에 C조의 조별 모델은 야외지질답사에서의 다양한 제스처가 더욱 의미 있고 모델 형성과정에서도 유의미한 결과물 혹은 유의미한 과학 학습을 진행하기 위해서는 특정 제스처에 편중되거나 빈도수가 저조한 것 보다는 모델 형성과정에서 다양한

제스처와 많은 빈도수를 보일수록 학생들의 언어적 상호작용뿐만 아니라 비언어적인 상호작용이 활발히 일어나면서 과학 학습이 유의미할 수 있을 것이다. 과학적 모델 및 모델링에서 학생들의 제스처는 GEM cycle 내에서 학생들의 상호작용을 할 때 필연적으로 수반되었다. 각각의 제스처는 다면적 상호작용의 양식 중 하나임과 동시에 개인의 의견을 표현하는 도구이다. 그렇기 때문에 학생들이 표현하는 제스처에 더욱 관심을 기울여야 할지도 모른다. 더욱이 모델 형성과정에서 학생들의 제스처는 과학적 내용 혹은 사회적 기능으로서 큰 활동의 의미를 형성하는데 도움을 줄 수 있었다.

이 연구에서 참여하였던 3개의 조를 비교하면 제스처의 빈도수가 가장 많았던 B조의 사례에서는 모델을 수정 및 평가 단계에서 바다 환경, 수심 등과 같이 조별 모델 형성에 불필요한 부분이 사라지기도 하였고 혹은 또 다른 대안을 제시할 때 지시적 제스처와 형상적 제스처가 사용되었다. B조 학생들은 다른 조에 비해 제스처의 빈도수가 많은 것으로부터 비언어적 상호작용이 많았음을 알 수 있었으며 모델 형성과정에서도 빈도수가 많을수록 모델의 평가와 수정 과정이 활발하였다.

A조가 두 번째로 제스처의 빈도수가 많았는데 A조의 경우에도 모델의 생성, 평가, 수정의 단계에서 제스처의 활용이 있었다. 관악산 형성 과정에 대한 모델링에서는 화강암과 편마암의 존재와 화강암의 형성에 관한 세부적인 사항에 관한 의견을 공유할 때 학생들의 지시적 제스처와 형상적 제스처가 사용되었다. 한탄강 형성과정에서는 화산 폭발 모델, 물의 유입과 강의 발달 과정에 대해 학생들의 제스처의 빈도가 많았고 모델의 평가와 수정의 단계와 관련이 있었다.

A,B 두 조의 경우에는 학생들이 야외지질답사와 모델링 과정에서 동시에 제스처의 빈도와 GEM cycle 모든 단계에서 제스처가 사용되었다. 더욱이 두 조의 경우에는 야외지질답사에서 큰 활동의 키워드를 중심으로 분류하였을 때 제스처가 모두 나타났으며 동일한 주제가 모델 형성과정에서도 반복됨을 확인할 수 있었다. 야외지질답사에서 학생들의 비언어적 상호작용은 음성 언어로 표현하지 못하였던 상황에 대한 자세한 서



술이나 묘사 혹은 음성 언어나 다른 양식을 함께 동반하여 큰 활동의 의미를 형성하는데 도움을 주었다. 또한 야외지질답사에서는 없었지만 모델링 과정에서만 나타났던 키워드는 모델을 생성보다는 모델을 평가하거나 수정하는 단계에서 나타났으며 조별 모델을 정교화 하여 목표 모델과 더욱 부합하는 데 도움을 주었다. 예를 들어, A조의 한탄강 형성과정에서 물의 유입과 물의 흐름에 관한 것을 키워드는 야외지질답사에서는 나타나지 않았던 것으로 모델 형성과정에서 새롭게 나타난 키워드로서 물의 유입과 흐름에 관한 것은 강의 발달 과정을 세부적으로 설명하는 큰 활동을 구성하는 작은 활동으로서 의미가 있었다.

C조의 사례는 각각의 주제에 대한 목표 모델에 대한 아이디어적인 접근에는 부합하였지만 세부적으로는 차이점이 있었다. C조의 한탄강 형성 과정에 관한 모델은 화산 폭발 모델로서 아이디어는 목표 모델과 부합하였지만 세부적으로 두 번의 화산 폭발이 아닌 한 번의 화산 폭발로서 그 과정을 조별 모델에 나타냈으며 모델의 생성 단계에 지시적 제스처로서만 구성되었다. 모델 평가 및 수정단계에 관한 제스처는 전무하였고 제스처의 빈도 또한 가장 적었다. C조의 사례는 야외지질답사에서 기인한 키워드로 모델 생성 단계에 화산 폭발 모델을 설명할 수 있는데 도움을 줄 수 있는 제스처와 그 의미를 만드는데 도움을 주었을 것이다. 다만, 모델링 과정에서 지시적 제스처만 나타남으로서 모델의 평가와 수정 단계에서의 제스처의 부재는 조별 모델을 정교화 하여 완성하는데 도움을 주지 못하였다. 그리고 비고츠키의 사회적 구성주의 관점에서 학생들의 상호작용의 부재는 유의미한 공유된 지식 생산에 한계를 보일 뿐만 아니라 모델링 과정에서 유의미한 과학 학습에 도움이 되지 못하였다. 그런 점에 비추어 보았을 때 야외지질학습에서의 학생들의 제스처는 다면적 상호작용 관점 내에서 작은 활동으로 존재하며 각각의 큰 활동을 의미 있게 만드는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 야외지질답사와 모델 형성과정에서 학습 내용에 관해 매개체 역할을 할 수 있을지도 모른다. 특히 학생들의 제스처의 빈도가 많고 다양한 제스처를 보일수록 그 조의 상호작용이 활발하게 일어나고 있음을 방증하는 것이며, 학생들의 비언

어적인 상호작용이 활발할수록 모델링 과정에서 목표 모델에 더욱 부합하여 정교한 모델을 만드는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

## V. 결론 및 제언

이 연구는 과학적 모델 및 모델링을 교수 학습 전략으로서 야외지질 학습에 적용하였을 때 학생들이 보여주는 제스처를 탐색하는 것이다.

제스처는 상호간의 의사소통을 하는 방법 중에 하나로서 비언어적 의사소통을 탐색하기 위한 도구 중에 하나이다. 학생들의 언어적 및 비언어적 의사소통을 동시에 고려하는 것은 학생들의 높은 성취를 보이는 데 도움을 줄 수 있다(Smith et al., 2014). 그렇기 때문에 학생들이 의사소통의 과정에서 보이는 제스처를 탐색하는 것은 학습에 있어서 유의미한 방법이 될 수 있다. 제스처는 체화된 인지 이론을 이론적 근거로 한다. 더욱이 제스처에 대한 선행연구에서 McNeill(1992)의 제스처의 분류 기준을 준거로 많이 활용하였는데, 이 기준은 행동 심리학, 발달 심리학, 인지과학 등의 학문에서 연구 참여자의 연령과 인간의 발달 과정을 기준으로 하였던 것이기 때문에 야외지질학습이라고 하는 구체적인 학습 환경에서 학생들을 대상으로 하는 이 연구에 똑같이 적용하기에는 한계가 있을 수 있다. 그리하여 이 연구에서는 제스처의 분류에 대한 새로운 준거의 필요성을 제기함과 동시에 해석학적 질적 연구 방법론으로 야외지질학습 상황에서 제스처에 대한 분류 체계를 새롭게 정의하였다. 더욱이 과학적 모델 및 모델링이라고 하는 교수 학습의 방법을 야외지질학습에 적용하여 야외지질학습 상황 내에서 제스처를 다면적 상호작용 분석 과정을 통해 심층적으로 탐색하였다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫 번째 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 학생들의 제스처는 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처로 정의하였다.

두 번째 제스처의 특징은 전체론적인 관점 내에서 학생들의 사회 기능적인 면과 과학적 내용의 측면으로 2가지 분류하고 각각 대안, 질문,

반박, 합의, 설명, 주장, 근거, 화제 전환과 과학적 내용의 시각화, 정교화, 시간과 공간, 반복으로 하위 요소를 총 12가지 분류하였다. 특히 지시적 제스처는 구체적이거나 추상적인 대상을 가리키는 행위로서 의미를 더하는 데 도움을 주기 위한 사회적인 기능으로서 접근할 수 있었다. 과학적인 내용은 지시적 제스처보다 형상적 제스처 혹은 묘사적 제스처로서 야외지질학습 조건 내에서 과거 시점에서부터 현재의 모습에 이르기까지 다양한 상황을 표현하는데 의미를 더하는 데 도움을 줄 수 있었다.

세 번째 학생들의 모델 형성과정에서 세 조 모두 야외지질답사 단계에서 나타났던 유의미한 큰 활동과 큰 활동을 구성하는 작은 활동으로서 제스처가 존재하였다. 야외지질답사에서 보였던 큰 활동은 모델링 과정에서도 동일한 키워드로 분류할 수 있었다. 모델링 과정에서 야외지질답사와 같은 키워드로 분류한 큰 활동에는 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처가 모두 있었다. A와 B 두 조는 모델의 생성, 평가, 수정의 단계에서 모든 제스처가 나왔으며 상대적으로 C조에 비해 제스처의 빈도수도 많았다. C조는 모델 생성 단계에만 지시적 제스처가 편중되었다. 야외지질답사에서의 제스처는 모델 형성과정에서 동일한 큰 활동을 구성하는데 도움을 주었을 것이다. 모델 형성과정에서는 다양한 제스처와 그 빈도가 많을수록 모델의 평가와 수정 단계에서 학생들의 상호작용이 활발했음을 방증할 수 있었다. 뿐만 아니라 모델링 과정에서만 볼 수 있었던 키워드는 하나의 큰 활동으로 최종 모델을 만드는데 도움을 줄 수 있었다. 그렇기 때문에 모델 형성과정에서 제스처의 빈도와 사용이 많을수록 모델 형성과정에서 모델의 평가와 수정 단계에 학생들의 상호작용이 활발했다.

연구결과를 바탕으로 다음과 같은 결론에 도달할 수 있었다.

첫 번째 기존의 교육 분야에서 제스처에 대한 분류 범주 체계를 야외지질학습이라고 하는 특수한 학습 환경에 적합한 새로운 분류 범주 체계를 제시하였다. 기존의 제스처에 대한 분류 범주 체계는 Iconic, Metaphoric, Beat, Deictic 제스처로 구분하였던 반면 이 연구에서는 분

류 체계를 Deictic gesture, Imagery gesture, Depictive gesture로 새롭게 구분하였다. 기존의 분류 체계와 가장 큰 차이 중에 하나는 야외지질 학습은 과거에서부터 현재에 이르기까지 지질시대로 구분되어 있기 때문에 과거 시대를 이미지화 하는 Imagery와 현재의 시간 내에서 관찰 가능한 것을 이미지화 하는 Depiction으로 구분하였다는 점이다. 이처럼 야외지질 학습 상황에 부합하여 제스처에 대한 새롭게 분류 체계를 제안하였다.

두 번째 과학적 모델 및 모델링을 적용한 야외지질 학습 상황 내에서 새롭게 분류한 제스처를 기능적인 것과 과학적 내용의 측면으로 두 가지 주제로 세분화하여 하위 요소를 각각 8개, 4개 총 12가지로 분류하였다. 제스처는 외부적 표상으로서 사고(thinking)와 학습(learning)에서 특별한 학습 효과를 가질 수 있기 때문에 제스처의 역할과 기능에 대해 이해할 필요가 있다(Novack and Goldin-Meadow, 2017). 그렇기 때문에 야외지질 학습 상황 내에서 제스처의 분류 준거 체계를 새롭게 제안한 것에 대해서 제스처의 역할과 기능을 탐색해야 할 것이다. 이 연구에서는 제스처의 기능과 과학적 내용과 관련된 것으로 두 가지로 주제를 나누어서 핵심 범주를 세분화하였다. 더욱이 야외지질 학습에서 학생들이 과학적 개념을 설명하고 지질 시대와 큰 규모로서의 지질학적인 사건(event)을 다루는 것은 공간적 추론에도 유용할 지도 모른다. 제스처는 의사소통에서 독특한 역할을 하는데, 학습에서 제스처를 보는 것과 제스처를 생산하는 사람들 모두에게 영향을 미칠 수 있다(Goldin-Meadow, and Singer, 2003). 야외지질 학습에서 학생들이 보이는 제스처는 학생들의 학습에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 제스처를 중심으로 학습에 대해 접근하는 것은 제스처를 외부적 표상으로서 보는 관점으로서 학생들이 야외지질 학습이라고 하는 특수한 학습 환경에서 제스처가 어떤 역할을 하는지 이해하는데 도움을 줄 수 있다. 이 연구는 최근 기존의 연구에서 공간 인식 혹은 공간 학습의 개념으로 지질학을 학습하는 접근이라기보다 지질학을 학습하기 위한 야외 학습 환경에서 과학교육학의 교수 학습 방법으로 제스처에 대해 탐색할 수 있었다. 이 연구에서 제스처의 특징으

로 제시한 제스처의 기능과 내용적인 측면으로의 접근은 지구과학교과 교육에 있어서 비언어적 접근 방법으로서 학생들의 수업 이해 과정에 대한 질적인 성장을 도모하는데 도움을 줄 수 있을지도 모른다. 특히 일반적인 제스처와 가장 큰 차이점 중에 하나로서 야외지질학습에서는 시간과 공간적인 규모가 다른 학습 상황과는 차이가 있기 때문에 지질 시대를 포함한 긴 시간적인 흐름과 산과 강의 형성과정에서 다루는 공간적인 규모를 학습 상황에서 표현할 수 있어야 했다. 그런 점에 비추어서 통시적인 접근으로서 제스처가 학생들의 사고를 표현하는데 도움을 줄 수 있었다.

세 번째 이 연구에서는 제스처를 세 가지로 분류하였다. 지시적 제스처, 형상적 제스처, 묘사적 제스처는 야외지질답사와 모델 형성과정에서 모두 나타났다. 더욱이 모델 형성과정에서 지시적 제스처만 나타난 사례에서는 모델 형성 단계와 관련이 있었고 모델의 평가 및 수정의 단계와는 무관하였다. 제스처의 종류가 많고 그 빈도가 많을수록 모델 형성과정에서 모델의 평가 및 수정의 단계에서 활발한 의사소통을 하였다.

다면적 상호작용 내에서 하나의 큰 활동을 구성하기 위한 작은 활동을 표현하는 양식 중에 하나로서 제스처가 있다. 그렇기 때문에 야외지질답사와 모델 형성과정을 분리해서 탐색하는 것이 아니라 야외지질답사에서부터 모델 형성과정에 이르기까지의 전체적인 관점에서 모델 형성과정과 제스처의 연관성을 탐색해보고자 하였다. 야외지질답사에서 하나의 큰 활동을 키워드로 분류하여 이와 공통된 키워드를 모델 형성과정에서 찾았다. 야외지질답사와 모델 형성과정에서 동일하게 나타난 키워드는 모델 생성, 평가, 수정의 모든 단계에서 나타났고 제스처는 각각의 단계에서 의미를 형성하는데 도움을 줄 수 있었다. 모델 형성과정에서만 나타났던 키워드는 모델 평가, 수정 단계에서 학생들이 상호간의 의견을 교환할 때 나타났으며 이 활동을 구성하는 제스처 또한 의미를 형성하는데 도움을 줄 수 있기 때문에 조별 모델에 반영되거나 혹은 불필요한 내용을 제거할 수 있었다. 그런 점에서 제스처는 과학적 모델 형성과정에서 학생들의 학습에 도움을 줄 수 있었다.

요약하자면 야외지질학습에서의 제스처는 학생들의 사회적인 기능과 과학적인 내용을 표현하는 수단으로서 존재할 수 있다. 제스처는 야외지질학습에서 통시적인 관점을 고려하였을 때 지질 시대와 큰 규모의 공간에 대한 개념을 외부적인 표상의 형태로서 나타나기 때문에 학생들이 의사표현을 질적으로 더욱 풍부하게 할 수 있었다. 그리하여 교사들은 학생들의 상호작용 과정에서 학생들이 표현하는 움직임, 제스처에도 주목할 필요가 있을 것이다. 야외 학습 환경과 더불어 교실 환경에서도 학생들이 표현하는 제스처는 모델 형성과정에서도 차이를 보였다. 모델 형성 과정에서 목표 모델에 부합하게 학생들의 모델이 발달할수록 모델 평가 및 수정 단계에서 묘사적 제스처와 형상적 제스처의 사용 빈도가 높았다. 반면에 지시적 제스처만 나타난 사례에서는 모델 생성 단계만 있었으며 비고츠키의 사회적 구성주의 관점에서 보았을 때 학생들이 과학 지식을 공동으로 생성하는 것에 대하여 한계를 보였다. 이로 말미암아 교실 환경에서 학생들이 특정 제스처에 편중되어 의사소통을 하는 경우에는 과학적 지식을 공동으로 생성하기에는 무리가 있을 것으로 판단되기 때문에 교사의 개입과 같은 또 다른 요인을 더해줌으로서 모델 형성과정에서 GEM cycle이 순환적인 양태로 나타낼 수 있도록 해야 할 것이다.

이상의 연구 결론에 대하여 다음과 같은 논의를 제시할 수 있었다. 이 연구에서 소개된 제스처는 지구과학 교과교육의 야외지질학습이라고 하는 특정 학습 상황 내에서 실증적인 자료를 바탕으로 제스처의 분류 준거 체계를 제시하였다는 점에서 교과 교육에서 제스처에 대한 의미를 찾을 수 있으며 제스처의 기능적인 역할과 교과 내용적인 측면에서의 역할을 파악하였다. 그렇기 때문에 인지 과학, 인지 발달, 인지 심리학, 발달 심리학 등에서 활용하는 일반적인 제스처에 관한 연구에 교과 교육에서 새롭게 활용 가능성을 보여준다.

이 연구의 목적은 과학적 모델 및 모델링을 야외지질학습에 적용하였을 때 학생들이 나타내는 제스처를 탐색하는 것이다. 이 연구는 야외지질학습에서 학생들의 상호작용을 심층적으로 이해할 수 있는 지평을 비

언어적 의사소통의 관점에서 넓히는데 도움을 주고자 하였다. 더욱이 최근 과학교육계에서 중요한 교수 학습 방법 중의 하나로 제시되는 과학적 모델 및 모델링 연구의 측면에서도 학생들의 제스처가 학습적으로 의미하는 것과 표현하는 것을 이해하는 것은 학생들의 모델에 대한 이해를 실증적으로 분석하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

마지막으로 이 연구의 결론과 논의를 바탕으로 후속 연구를 제안하고자 한다. 첫 번째 과학적 모델 및 모델링과 제스처에 대한 심층적인 연구의 필요성을 제안하는 바이다. 제스처는 기능적인 측면에서의 역할과 교과 교육 학습의 측면에서 과학적 내용을 표현하는 측면에서의 역할로 분류하여 접근하였다. 즉 이처럼 제스처의 기능적인 측면 혹은 학습 내용적인 측면에서 모델링 형성과정과 어떤 관련성이 있는지 혹은 어떤 영향을 미치는지 탐색해 볼 필요가 있을 것이다. 모델 형성에 관한 기존의 연구는 언어를 중심으로 그 과정을 탐색하고 배경적인 요인을 찾고자 하였다. 하지만 학생들의 상호작용은 단순히 언어로만 모든 것을 해석해 낼 수 있는 부분이 아니기 때문에 언어적인 요인에 비언어적인 요인을 함께 고려하는 것이 모델 형성과정에 대한 심층적인 이해를 도모하는데 실질적인 도움을 줄 수 있을 것이다.

두 번째 제스처를 이용한 비언어적 상호작용에 대한 탐색의 확장적인 이해가 필요할 것이다. 이 연구는 지구과학 교과교육의 야외지질학습 환경이라고 하는 특수한 환경에서 볼 수 있는 제스처를 새롭게 탐색하였다. 지구과학이라는 학문은 단순히 하나의 학문으로만 이루어진 것이 아니라 하나의 시스템처럼 다학문적인 성격을 보인다. 그렇기 때문에 지구과학 교과교육에서 학생들의 제스처는 다학문적인 성격을 보이는 지구과학 학문의 특성에 맞게 그 용도와 쓰임새를 보다 실증적으로 이해해 볼 필요가 있을 지도 모른다. 이는 제스처의 연구가 교육적 실행의 공간에서 보다 풍부하고 심층적인 의미를 가지고 있을 것으로 기대하는 Spatial Intelligence Learning Center(SILC)의 연구에 또 다른 함의를 줄 수 있을 지도 모른다. 지구과학 교과교육에서의 제스처의 심층적인 이해



는 인지 과학, 인지 심리학 등의 타 학문과의 융합적인 성격으로서 교과 교육 연구에서 학생들의 학습적인 측면을 고려하였을 때 또 다른 지평을 넓히는 기회가 될 수 있을 것이다.

## <부록> 다면적 상호작용 전사 및 분석 결과

연구 자료로 사용한 것 이외의 나머지 제스처 사례를 부록으로 제시하였다.

### 가. A조 사례

#### 1) 관악산 야외지질답사

관악산 야외지질답사는 계곡 하류와 계곡 상류로 명명하여 두 곳의 답사 장소에서 진행하였다. 관악산 야외지질답사 과정에서 A조 학생들이 보여준 지시적 제스처는 다음과 같다.



#1, (16" ~ 20").

A조 학생들은 안내된 장소로 처음 이동하자마자 주변과 다르게 생긴 편마암으로 시선을 돌림과 동시에 손으로 편마암을 직접 가리키며 조별 관찰 활동을 시작하는 장면이다. 학생들의 담화가 시작되기 전 주어진 노두에서 새롭게 보이는 암석을 손으로 직접 가리키고 만져보는 것으로 관찰활동이 시작되었다. 한 학생이 손으로 직접 가리키고 만질 때 다른 조원이 그 곳으로 시선을 돌린다.



#2, (3' 5" ~ 3' 8").

두 학생의 음성 언어는 없는 상태에서 학생들은 자유롭게 관찰하고 싶은 암석을 직접 고르고 있는 상황이다. 학생들이 관찰 기록지에 관찰하기 전 단계로서 암석의 특징을 스스로 찾고 있다. 두 학생 모두 암석을 잡고 만져보거나 가리키는 등의 움직임을 보인다.



#4, (4' 28" ~ 4' 30").

남2 : 내가 가지고 있는 건 화강암처럼 생긴 거 같아. 주변에 다 그런 거 같은데...

남2 학생이 자신이 쥐고 있는 돌을 쳐다보고 가리키며 동시에 자신이 가지고 있는 암석이 무엇인지 판단한 결과를 다른 조원에게 알리는 장면이다. 비록 남2 학생의 시선은 가리키는 것은 자신이 가지고 있는 암석

이지만 단순히 자신의 암석이 화강암이라는 것뿐만 아니라 주변 암석이 대부분 화강암인 것 같다고 판단하였고 이를 남1에게 음성 언어로 나타내었다. 마지막 스냅 샷은 두 학생 모두 주변 암석을 향해 쳐다보는 장면 중 일부이다.



#5, (7' 11" ~ 7' 21").

두 남학생 모두 음성 언어는 없었고 학생들이 계곡 근처에 어떤 암석으로 이루어져 있는지 직접 알아보는 과정에서 볼 수 있는 제스처이다. 남1 학생은 기존에 서있던 자리에서 옆으로 조금 이동하여 자신이 밟고 있었던 암석을 만져보고 특정 부분을 가리키고 있는 장면이다. 두 학생의 담화는 없고 계곡 근처의 주된 암석이 무엇인지 알아보기 위해 학생들이 주변 암석을 지속적으로 관찰하였다.

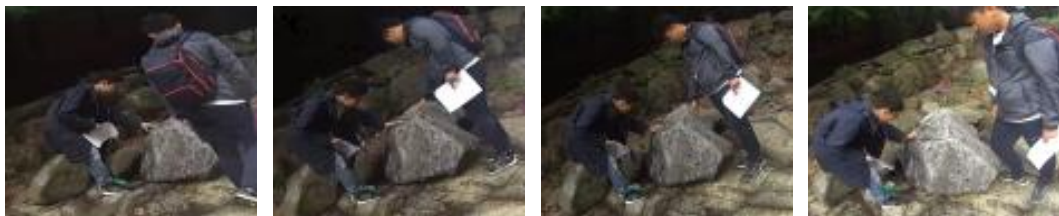


#6, (19' 31" ~ 19' 41").

학생들이 스스로 암석을 관찰한 이후에 지도교사는 광물 표본을 직접

적으로 제시하여 학생들에게 안내함과 동시에 주변 계곡에서 직접 흙을 가져와서 학생들이 광물을 찾아보고 비교 및 대조하는 과정에 참여할 수 있는 기회를 제공하였다. 이와 동시에 지도교사는 학생들이 관찰한 암석을 판단하는 근거로 관찰한 광물을 활용하는 것이 좋을 것 같다고 제안해 주면서 학생들이 관찰하는 활동을 이어갈 수 있도록 안내하였다.

두 학생 모두 계곡 흙에서 광물을 찾은 과정에 참여하였고 광물을 가리키거나 줍고 만져보고 직접 선별하는 장면이다. 이 때 두 학생의 음성 언어는 없었고 지도교사가 제시한 활동에 스스로 참여하는 과정이다.



#7, (24' 31" ~ 24' 35").

두 학생의 음성 언어는 없었지만 지도교사가 제시한 광물 표본과 계곡에서의 광물을 찾고 비교 및 대조하는 과정을 경험한 이후 학생들은 자신이 관찰한 암석에서 어떤 광물이 있는지 탐색하는 과정을 경험한다. 두 학생은 처음 이곳의 장소에서 관찰했던 편마암으로 다시 돌아가서 암석을 만져보고 두 학생 모두 직접 지시 광물을 가리키거나 학생들이 스스로 관찰한 암석이 무엇인지 고민하는 장면 중 일부이다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 모델 및 모델링

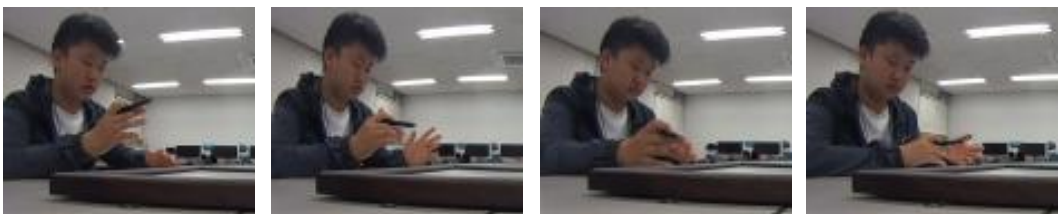


#12, (31' 39" ~ 31' 44").

남2 : 내가 생각한 건은 백두산 화산폭발 같이 일단 해저 화산활동으로 되었다는 거지.

남1 : 여기 일단 해저에서 화산?, 흠... 용암 분출 같은 게 있었다는 건가? 마그마가 식으면 화강암이 만들어지는데...

A조 조별 모델을 만들기 시작하는 단계에서 볼 수 있는 남1 학생의 제스처이다. 남1 학생은 화산활동이라고 표기한 남2 학생 그림을 손으로 가리키며 해저 화산 활동이라기보다 마그마가 식어서 화강암이 만들어지는 것을 직접적으로 언급하며 손으로 반복하여 가리키는 것이다.



#16, (17' 04" ~ 17' 14").

남2 : 그리고 유별나게 높은 태백산맥 부분에서, 흠... 거기서 빗물이 이렇게 흘러서 내려와서 거기서 또 물 때문에 침식이 되고 물에 의해 침식이 되면서 그리고 나서 그 물들로 인해 지금의 한강이 또 생기고.....

응기된 이후 과정에서 보이는 남1 학생의 제스처이다. 오른손으로 동해의 높은 지형인 태백산맥을 나타냈고 서쪽은 비교적 낮은 지형으로 그곳으로 빗물이 흘러 내려간다는 것을 표현하고 있다. 빗물로 인한 침식 때문에 한강과 같이 강이 만들어지는 것을 뜻하면서 손을 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하며 빗물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흘러가는 것을 나타냈다.



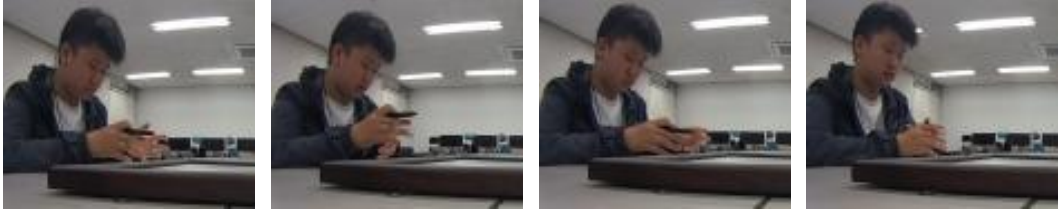
#17, (17' 15" ~ 17' 20").

남2 : 그리고 대략적으로 침식이 일어나면서 일부 퇴적이 덜 된 부분이 있고 지금 산의 높은 부분이 지금의 관악구랑 중구에 있다고 생각하고... 또 그리고 빗물의 흐름에 따라 생기기도 하는데...

이 제스처는 침식작용과 퇴적작용에 대해 설명하는 과정에서 보이는 것이다. 첫 스냅 샷은 오른손으로 높은 지형과 침식작용이 활발하게 일어남을 보여주는 것이고 두 번째 스냅 샷부터는 왼쪽의 높은 지형에서 침식작용으로 침식된 것들이 낮은 지대인 오른쪽 방향으로 흘러 내려가



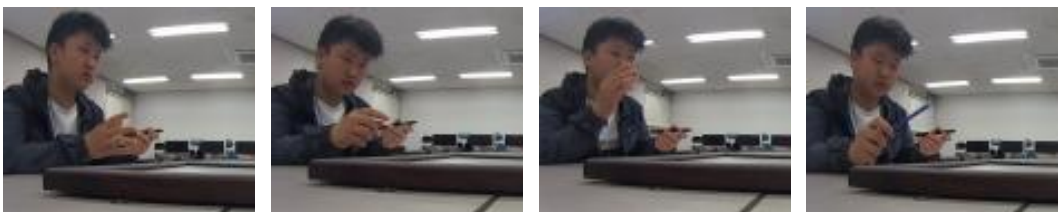
는 것을 나타냈다.



#18, (17' 22" ~ 17' 32").

남2 : 그... 이 빗물에 따라 계곡이 생기는데, 흙... 계곡을 따라 퇴적물이 내려오는데 특정한 지역에는 많이 쌓이기도 하고 덜 쌓이기도 하고... 또 특정한 지역에서 어떤 요인에 따라 포획암이 생기기도 해요.

빗물을 따라서 계곡이 생기는 과정과 퇴적물이 흘러가는 과정에 대해 설명할 때 남학생이 보여주는 제스처이다. 양손 모두를 사용해서 왼쪽에서 오른쪽으로 빗물이 흘러가는 것을 나타내고 퇴적물은 왼손은 다시 원형을 그리면서 퇴적물이 흘러가고 쌓이는 것을 보여주면서 양손을 모아서 퇴적물이 쌓여지는 것을 나타내고 있다.



#19, (17' 57" ~ 18' 09").

남2 : 수평절리는 계곡 하류에서만 이야기해요?



지도교사 : 자유롭게 계속 하면 돼. 상류랑 하류 둘 다 했으면 둘 다 이야기하면 돼.

남2 : 일관된 물의 흐름 때문에 절리가 생기는 데 상류에서는 물의 흐름이 좀 빨랐는데 가운데에 물의 흐름이 다른 곳이 있어서 물의 흐름이 다른 곳에서도 마찬가지로 절리가 생길 수 있는데 계곡 하류에서는 특정한 경우에 발달하는데 그 빈도가 상류보다 적어보이긴 했고, 또 그 절리에서 물에 의해 지속적으로 침식이 일어나는데 물이 얼거나 녹으면서 절리가 더 발달할 수도 있어요.

수평절리가 만들어지는 과정에 대한 설명 중에 학생이 보여주는 제스처이다. 물의 흐름에서 굴곡과 하류에서 물이 흐름이 일정하지 않은 상황을 손을 좌우로 움직이는 것으로 나타내고 하류에서 물이 침식이나 얼고 녹으면서 절리가 발달한다고 한다. 이때 마지막으로 또 다른 펜을 잡고 손을 위아래로 움직이며 절리 틈이 더 넓어지고 발달하는 모습을 보여주었다



#20, (31' 06" ~ 31' 16").

남1 : 일단 내가 생각한 것은 백두산 화산활동이 있었는데 관악산도 해저 화산활동으로 인해서 만들어지고 이게 나중에 융기한다는 거지. 화산폭발이 하면서 힘이 있으니까 이게 결국엔 융기한다고 했어.

남2 : 흠... 그런데 이거 그림은?

남1 : 아, 이게 네 쪽으로 보이게끔 해서 그린 그림이야.

조별 모델을 만들기 시작하는 첫 상황을 보여주는 남1 학생의 제스처이다. 개인 모델을 발표한 조원이 먼저 펜으로 화산활동을 나타내기 위해 위로 볼록한 형태로 손을 움직이며 펜으로 그림을 그렸고 융기하는 과정에서 손을 위로 올리며 그림을 그리는 행위를 보여준다. 이 경우에는 그림을 그리고 과거의 사건(화산 폭발, 융기) 상황과 동시에 펜으로서 화산 폭발과 융기 과정의 움직임을 나타내었다.



#21, (31' 59" ~ 32' 23").

남1 : 일단 첫 번째 여기엔 선캄브리아 시대에 편마암 지대였다가... 그러다가 이제 서서히 퇴적이 쌓이고 중생대까지로 해야겠지. 서서히 계속하여 퇴적하다가 그 다음에 네가 말한 대로 융기해서 이 부분의 지대가 상당히 위로 올라왔어. 그 다음에...흠..시간이 흐르면서 침식되는 부분도 있었을 거야.

남2 학생의 의견을 듣고 남1 학생이 자신의 생각을 발표할 때 보여주는 제스처이다. 첫 번째 스냅 샷은 손을 좌우로 움직임으로서 선캄브리아기 변성암 지대가 존재하는 초기 상태를 보여주었다. 두 번째는 그 이후에 중생대까지라고 지질시대를 언급하며 지속적으로 퇴적되는 모습을 보여주기 위해 손을 위 아래로 움직이며 표현하였다. 세 번째 반대로 아래에서 위로 손을 올리며 움직임과 그림을 동시에 표현하는 것으로서 융기 과정을 표현하였다. 마지막으로 손을 사선으로 움직이며 그림을 덧칠

하는 것으로 침식 되는 부분을 표현했다.



#22, (34' 34" ~ 34' 37").

남1: 무슨 이유인지 까지는 정확히 잘 모르겠지만 쌓여있던 것들이 침식이 되고 처음에 선캄브리아기 시대에 있었던 암석이 남았다고 설명하면 되지 않을까

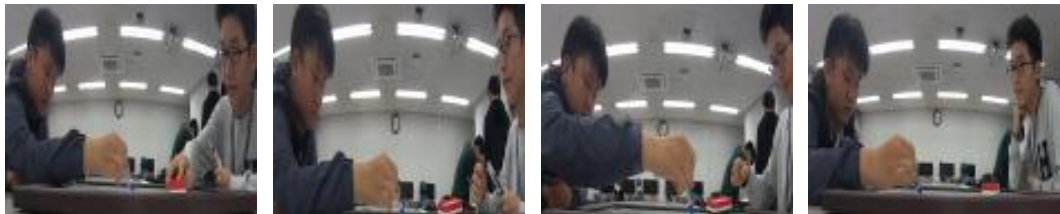
학생들은 관악산 형성과정에서 침식 작용을 설명하기 전에 양 손을 위아래로 일정 거리를 두고 퇴적 되어 있는 층을 보여줌과 동시에 위에 있는 오른손을 좌우로 움직이며 침식 과정을 설명한다.



#23, (37' 02" ~ 37' 06").

남1 : 이게 뭔가 꺾여가지고 위에 쌓이고 또 그게 반복해서 이렇게 뭔가 경계가 다르게 있고 시간 차이도 있고 뭐...아..그런 거 있었었는데...

이 제스처는 남1이 부정합면에 관한 설명 중에 보였던 것으로서 두 학생은 부정합면이라고 하는 용어를 언급하지 못하였다. 다만, 남1 학생은 부정합면이라는 용어를 직접 언급하진 못했지만 부정합면에 관한 내용을 음성 언어와 손 모양으로서 설명하였다. 첫 번째 양손을 교차하여 퇴적층이 쌓여있는 모습을 나타내고 그 위에 오른손을 대각선 아래로 움직이며 침식되는 것을 표현하였다. 다시 양손을 위아래로 두어 퇴적되는 모습을 보였고 마지막으로 양손을 둥글게 움직이며 처음 지층과 마지막 지층 사이에 시간 차이가 있음을 언급하였다.



#25, (46' 25" ~ 47' 45").

남2 : 그럼 선캄브리아 시대에서 변성암이 있었고 그런 다음 꾸준히 퇴적되어서 퇴적층이 존재하겠지?

남1 : 응응

남2 : 그런데 화강암은 지표 아래에서 만들어지니까 이렇게 하고...그런데 또 화강암이 위로 찢고? 어쨌든 위로 융기해야하니까 그대로 이렇게 올라오겠지, 우리나라가 이렇게 있으니까 고생대에서 퇴적이 많이 되었을 거야. 심성암은 그 밑에서 만들어지고 퇴적되어 있는 거랑 이전에 있었던 것들이 중생대에 위로 다 같이 올라오면서 심성암도 밖으로 튀어나오게 되고 그리고 여기 보면 화강암이 전체적으로 있는데 빗물이랑 침식을 받아서 깎이는 거지.

약 5분간의 휴식 시간이 지나고 A조 조원들은 중간 조별 모델을 완성

하기 시작할 때 시대 순으로 대표적인 제스처를 보여준다. 첫 번째 선캄브리아기 변성암이 기반암으로 존재하는 것에 대하여 손을 좌우로 움직이는 것으로 보여주었다. 두 번째 고생대에서 퇴적 작용이 일어나는 것으로 층을 그리거나 좌우로 손을 반복적으로 움직이는 것을 보여준다. 세 번째 중생대에는 화강암이 융기하는 과정을 언급하면서 손을 아래에서 위로 올리는 형태를 보이며 그림을 그린다. 마지막엔 높은 지대에서 빗물이 아래로 내려온다고 언급하면서 사선으로 손의 움직임을 보여줌과 동시에 그림에 나타내었다. 4단계로 나누어서 관악산 형성과정을 표현하였고 각각의 지질시대에 따라 형상적 제스처로서 대표적인 사건 상황을 설명하고자 하였다.



#28, (33' 13" ~ 33' 17").

남1 : 어쨌든 우리가 관악산이 융기되어서 형성되었다는 것에 대해서는 의견이 일치되는 것 같애.

남2 : 응

두 학생 모두 융기하여 관악산이 형성되었다는 의견에 동의하면서 남1 학생이 처음 그렸던 관악산 그림을 남2 학생이 펜으로 그림을 가리키고 펜을 쥐고 있던 손을 위아래로 움직이며 융기하는 과정을 언급함과 동시에 손동작도 함께 보여주었다.

(3) 한탄강 야외지질답사



#33, (15' 53" ~ 15' 55").

남1 : 이거 각자 살펴보면 되죠?

인솔교사 : 응, 여기 암석들이 많으니까 각자 하나씩 살펴보고 그리고 암석 샘플(표본)도 있으니까 그것도 비교해보고 하면 돼.

A조 남1 학생이 자신이 주운 전석을 보여주는 장면 중의 일부로서 직접 암석을 줍고 가리키는 행위뿐만 아니라 이와 비슷한 종류의 다른 전석을 함께 주워서 제시한다.



#34, (16' 23" ~ 16' 30").

남1 : 이거랑 13번이랑 비슷한 거 같은데...

인솔교사 : 그렇네, 두 개가 닮았네.



남1 : 이름이..

인솔교사 : 이름도 거기에 적혀 있을 텐데

남1 : 흑운모 화강암이네. 아, 여기 까만 게 흑운모인 듯.

자신들이 주어진 암석과 암석 표본과 비교하는 장면 중의 일부로서 자신의 것과 흑운모 화강암 암석 표본을 직접 비교할 때 암석을 쥐고 암석 표본을 가리키거나 암석 표본을 가져와 두 가지 암석을 비교하고 있다. 마지막 스냅 샷에서는 직접 자신이 가져온 전석에서 흑운모로 시선을 향하면서 직접적으로 언급하였다.



#35, (18' 11" ~ 18' 16").

남2 : 여기 중에 있어요?

인솔교사 : 여기 중에 있을 텐데 선생님도 지금 한 번 볼게. 아, 이 중에 있으니까 직접 한번 찾아봐봐.

남2 : 비슷하게 생긴 게 저거 같아요.

다른 조원 남2도 자신이 가져온 전석과 암석 표본을 비교하는 과정에서 남2가 보여주는 지시적 제스처이다. 남2는 자신이 가져온 전석을 바닥에 내려놓고 암석 표본에서 전석과 유사하게 생긴 것을 손으로 가리키는 모습이다. 남2가 가져온 전석이 어떤 암석인지 확인하는 과정에서 암석 표본과 비슷하게 생긴 것을 가리키고 그것이 무엇인지 알아보려고 하였다.



#36, (18' 46" ~ 18' 50").

인솔교사 : 지금 가져온 것은 어떤 거랑 비슷해 보여?

남1 : 이거랑 비슷한 거 같은데...

남1 학생은 주변에서 또 다른 전석을 하나 더 가져왔다.

또 다른 전석을 가져와서 암석 표본과 비교 및 대조하는 장면 중의 일부로서 자신의 전석과 암석 표본을 가리키는 움직임으로서 지시적 제스처를 보여주었다.



#37, (22' 46" ~ 22' 50").

인솔교사 : 궁금한 거 있으면 자유롭게 또 질문해도 돼.

남2 : 이건 뭐예요?

인솔교사 : 이거? 흠, 이건 변질되어 보이긴 하는데 그래도 변성암으로 분류할 수 있을 것 같아.



학생들이 각자 적어도 하나의 전석을 주워서 화성암, 퇴적암, 변성암으로 분류하는 활동에 참여하였다. 하천에는 수많은 전석이 있기 때문에 학생들은 단순히 하나의 전석만을 고르는 것이 아니라 다양한 전석을 가져와서 그들의 종류와 무엇인 알아보려고 하였다. 남2 학생은 혼자 따로 주웠던 전석을 인솔교사에게 질문함과 동시에 자신이 가져온 전석을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#39, (25' 47" ~ 25' 55").

남1 : 이 여기는 다른 면이 보이는 것 같은데요.

인솔교사 : 깨서 봐도 돼.

남2 : 흠... 저는 이거 깨서 봐도 다 더러운 면일 것 같아요.

두 명의 학생에게서 동시에 지시적 제스처가 나타난 장면 중 일부이다. 인솔교사와 두 남학생이 함께 자리를 잡고 자신들이 가져온 전석이 무엇인지 확인하는 과정이었다. 남1 학생은 암석의 깨끗한 안쪽면을 보기 위해 일부 깨기도 하였고 이때 암석의 면을 각각 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 남2 학생은 자신의 손에 쥐고 있는 작은 암석의 면을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.

두 학생 모두 암석을 분류하는 활동에 참여할 때 전석의 일부를 부셔서 깨끗한 단면을 보거나 혹은 현재 전석의 노출된 면을 가리키는 행위로서 지시적 제스처를 보였다.



#42, (33' 50" ~ 34' 06").

다른 조 학생들이 함께 가져온 전석을 한 편에 모아두었는데 남1 학생이 스스로 전석을 암석 표본과 비교하여 분류하는 모습 중 일부이다. 이때 A조 학생들의 음성 언어는 없었고 전석과 암석 표본을 비교하는 과정에서 특정 암석을 가리키는 지시적 제스처가 나타났다.



#44, (03' 33" ~ 03' 35").

남2 : 저기 건너편으로 갈순 없나?

남1 : 저쪽으로 돌아서 가면되지 않나?

남2 : 어디 저 밑으로?

베개용암을 육안으로 관찰하는 동안에 가까이에서 보면 좋을 것 같다는 다른 조 학생들의 이야기에 이어서 두 남학생의 짧은 음성 언어가 있었다. 건너편으로 가는 방법에 대한 질문과 응답이었고 이때 두 학생 모두 지리적인 위치를 손으로 가리키며 베개용암을 가까이에서 볼 수 있는

방법을 강구하는 모습 중에서 손으로 방향을 가리키는 지시적 제스처가 있었다.



#47, (04' 57" ~ 05' 08").

남1 : 다각형 모양의 절리 찾았다.

남2 : 어디?

남1 : 저기 제일 상층부, 위쪽에 있는 거 같고, 판상 절리는 중간 부분이랑 대부분 이거인거 같네.

남1 학생은 절리의 유형을 찾는 과정에서 스스로 책자의 그림과 강 건너편에서 큰 규모로 절리를 꾸준히 관찰하였고, 학생 스스로가 절리의 유형을 직접 찾아서 손으로 가리키며 관찰한 절리를 음성 언어로도 언급하였다. 남1 학생은 관찰한 절리를 각각 손으로 가리키는 지시적 제스처와 음성 언어를 함께 수반하였다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링



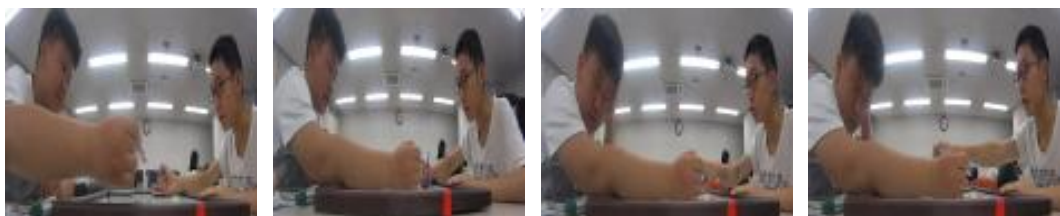
#51, (30' 46" ~ 30' 49").

남1 : 연속적인 화산활동이 있었다 뭐 이런 식으로...

남2 : 위치가 조금 다르긴 하겠지만...

남1 : 뭐 이런 식으로 그냥 화산이 폭발했다는 그 정도만 구조적으로 그리면 될 것 같은데 우선

A조 학생들은 단발적 화산으로 끝나는 것이 아니라 적어도 두 번이상의 화산 폭발이 있었다는 것을 주장하는 상황 중 일부이다. 화산은 한번이 아니라 연속적으로 몇 번 화산이 폭발하여야 한다는 것을 주장하기 위해서 조별 모델에 그림을 그리고 구조화하기 위하여 남1 학생이 그림의 단계를 직접 가리키는 움직임을 보여주었다.



#54, (34' 36" ~ 34' 40").

남2 : 그럼 그냥 여기를 이렇게 해서 이어가면 되지 않나?

남1 : 굳이 한 쪽으로만 가는 게 조금 이상하긴 한데...

강의 위치와 흐름 그리고 빗물 등에 의해 강이 발달한다는 공통적인 의견에는 서로 동의하여 모델을 발달시키는 중에 남2가 보여주는 제스처이다. 강이 하나의 줄기로만 뻗어가는 것에 대해 의견을 제시할 때 손을 뻗어서 하나의 강줄기를 가리키는 지시적 제스처이다. 스냅 샷은 펜을 쥐고 손을 앞으로 뻗어서 직접적으로 표시하는 장면이다.



#55, (35' 23" ~ 35' 27").

남2 : 근데 물이 이쪽으로 흐름이 시작되면서 침식이 시작되었을 거 아냐

남1 : 그런가?

남2 : 그래서 이게 이쪽으로 흐르면서 물 때문에 이게 침식이 일어났을 거 같아.

강이 발달하는 과정에서 풍화 및 침식 작용에 관해 언급하는 과정에서 볼 수 있는 남2 학생의 제스처이다. 물로 인해 침식 작용이 활발하게 일어나는 곳을 손으로 직접 가리키는 지시적 제스처를 남2 학생이 보여주었다.



#57, (1 09' 25" ~ 1 09' 28").

남1 : 어? 그런데 여기에 물에 관한 내용을 넣어야겠는데...

남1 학생은 중간 조별 모델을 보는 중 물과 관련된 내용이 빠져있어서 추가해야할 부분을 손으로 직접 가리키는 행위로서 지시적 제스처를 보여주었다.



#58, (1 32' 02" ~ 1 32' 10").

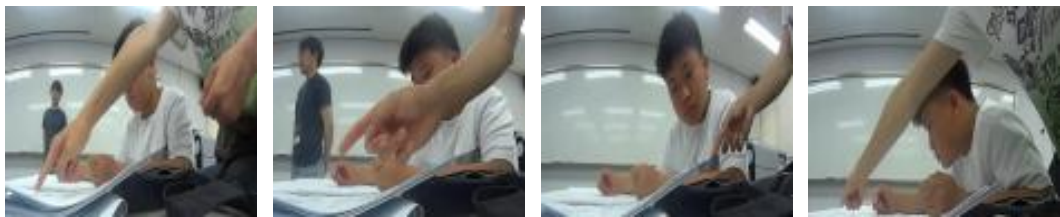
남1 : 아 그리고 여기에 우리 미고결 퇴적층 이야기를 해야겠어. 퇴적층 이야기 할 때 미고결 퇴적층 우리가 관찰한 걸 추가해서 쓰는 게 좋겠어.

조별 중간 모델 발표가 끝난 이후 각 조별 발표 내용을 공유하고 자



신의 조 모델과의 차이가 있으면 비교 및 대조하는 과정을 학생들에게 제공하였다. A조 최종 조별 모델을 만들 때 나타난 제스처 중 일부이다.

첫 번째와 두 번째 장면은 최종 조별 모델의 단계에 대해 강조했으면 하는 점을 손으로 가리키는 것이다. 그런 다음 그림을 그리는 조원이 내용을 확인하며 되묻는 과정과 마지막 다시 해당 부분을 강조하기 위해 다른 손을 뻗어 내용을 가리키는 동작을 반복하였다.



#59, (1 32' 42" ~ 1 32' 47").

남1 : 여기에 좌상바위에서 관찰한 암석을 같이 추가해주는 게 좋을 것 같아.

최종 조별 모델에 단계를 세분화 하여 추가하기 위한 상황에서 남1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 야외 답사 단계에서 기록한 것과 개인 모델에서 언급했던 내용 중에서 관찰했던 암석을 최종 조별 모델에 추가하기 위해서 필요한 부분을 손으로 가리키는 행위로서 최종 조별 모델에 어느 단계에 추가할지 구체적으로 언급하며 손으로 가리켰다.



#60, (1 33' 07" ~ 1 33' 17").

남1 : 여기에 관찰하고 온 것들 몇 개 더 쓰면 좋을 것 같은데...

남2 : 활동지에 쓴 거 똑같이 써서 추가할게.

최종 조별 모델에 추가할 내용에 대한 부분을 직접적으로 손으로 가리키는 스냅 샷이다. 남1 학생은 좌상바위 이외에 베개용암이나 차탄천에서 관찰했던 절리 등도 함께 작성해줄 것을 요구하였고, 손으로 해당되는 부분을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.

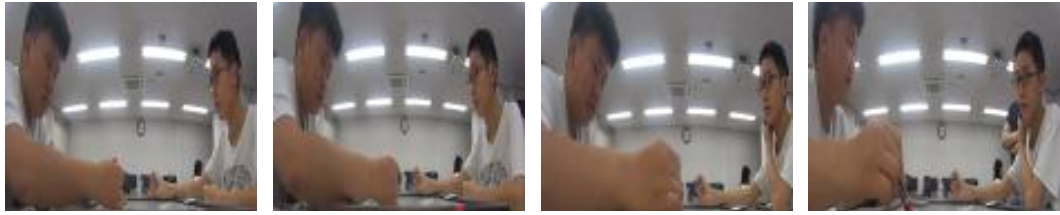


#65, (34' 20" ~ 34' 27").

남1 : 처음에 멀리까지 쭉~욱 이어져 있었던 거지. 이런 식으로 길게. 이때 이렇게 하고 비가 내리면 물이 계속 생기고 강의 엄청 커지겠지.

초기 강의 생성단계에서 남1 학생이 보여주는 제스처이다. 먼저 자신이 생각하는 강의 폭과 대략적인 위치를 펜을 사용하여 표식 하였다. 그리고 지형적인 특징을 고려하여 강의 위치를 표현할 때 보이는 손동작으로서 강의 폭과 위치를 오른손 엄지와 검지를 사용하여 위에서 아래 방향으로 뻗음으로서 나타냈다.



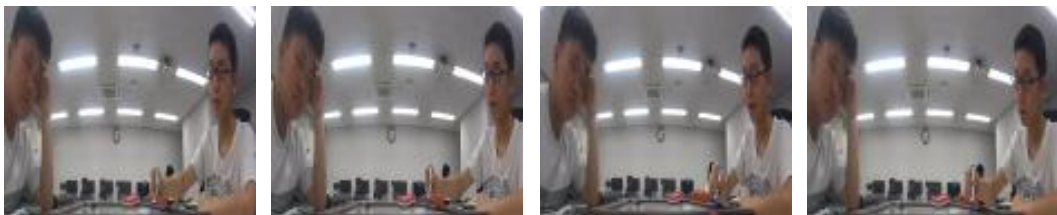


#67, (37' 57" ~ 38' 02").

남2 : 화산이 두 번 터졌잖아. 화산이 두 번 터졌으니까 화산이 두 개라고 가정하면, 화산이 두 번 터졌잖아.

남1 : 그런데 화산이 하나에서 두 번 터졌을 수도 있잖아. 아닌가? 아닐까? 그럴 수도 있지.

남2 학생이 두 번의 화산 폭발이 있었음을 언급함과 동시에 화산 폭발의 근원지에 대해 동일하지 않을 것이라고 가정하고 각각을 샷샷 모양(Λ)으로 각각 표현하였다. 반면 두 번의 화산 폭발이 있었을 것이라는 것에 대해서는 동의하지만 근원지의 같을 수도 있다는 또 다른 의견을 남1 학생이 제안하기도 하였다. 두 번의 화산 폭발이 있었다는 점에 대해서는 두 남학생 모두 동의하였고 스냅 샷에서는 서로 마주본 상태로 남2 학생이 화산 폭발을 샷샷 모양으로 그리는 것으로 제시하였다.



#68, (39' 32" ~ 39' 40").

남1 : 만약에 산이 형성되어서 비가 이렇게 내리면 이렇게 산의 양쪽 방향으로 흘러가야 정상적인 상황이 아닐까?

남2 : 그런데 그냥 왼쪽에 오면 왼쪽으로 가고 오른쪽으로 많이 오면 오른쪽으로 가고...가운데로 오면 나누어서 가고 뭐 그냥 그런 것 아닐까

비를 물의 근원으로 하여 강의 형성과정을 설명하는 중 강의 흐름에 대해 언급하기 전에 물의 방향에 대해 남1 학생의 생각을 들을 수 있는 과정이었다. 남1 학생은 산의 존재를 삿갓 모양으로 표현하였고 위에서 아래 방향으로 오른쪽 혹은 왼쪽으로 물의 흘러갈 수 있는지에 대해 위에서 아래로 손을 움직임으로서 나타내고자 하였다.



#69, (41' 29" ~ 42' 00").

남2 : 처음에 퇴적암 층이 존재하고 있었어. 화산이 폭발하면서 산 같은 것들이 생긴다고 해보자. 그러면서 응회암 층이 생기고...

남1 : 그럼 물은 어떻게 만들어지는 거야?

남2 : MB 대통령이 청계천을 열기 전처럼 물은 아래에 있거나 그것보다 이렇게 비가 내리면서...물이 생기고 비가 내리니까 여기저기 조금씩 깎였어. 그렇게 해서 강이 만들어지는 거야.

첫 번째 남2 학생이 좌우로 손을 움직이는 것으로부터 초기 퇴적암이 존재하는 상태와 손을 위에서 아래로 포물선 모양을 나타내는 것으로부터 화산이 폭발한 상황과 마지막으로 펜을 쥐고 위아래로 손을 움직이는

행위로서 비가 내리면서 물이 유입되는 것까지 표현하였다.



#71, (1 09' 05" ~ 1 09' 18").

남2 : 여기는 화산이 폭발해서 현무암이 생기고 이번에는 용암이 이렇게 흘러가고 그래서 화산암이나 베개용암이 생기고 침식 작용도 있을 것이고.....

남2 학생이 중간 조별 모델을 그림으로 표현할 때 볼 수 있는 제스처이다. 샷샷 모양의 그림과 손동작은 첫 번째 화산 폭발을 보여주는 것이고 두 번째 화산암과 같이 화산 폭발로 야기되는 암석의 생성을 화산 폭발 후에 용암이 흐르는 것을 손을 좌우로 움직이며 나타냈다. 또한 반복적인 화산 폭발로서 샷샷 모양의 손동작을 반복하였다. 마지막으로 용암이 물과 만나는 것과 같이 특정 조건에서 만들어지는 베개용암의 형성 과정에 대하여 원형을 그리는 손동작을 보여주었다. 이 스냅 샷에서는 연속적인 화산폭발을 표현하기 위해서 샷샷 모양으로 손을 움직이는 행위, 용암이 흐르는 것을 보여주기 위한 손을 좌우로 움직이는 행위, 베개용암 형성과정에서 손을 원형으로 움직이는 것으로 나타났다.

## 나. B조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사



#76, (04' 07" ~ 04' 40").

여1 : 저건 편마암이에요?

지도교사 : 뭐 같아?

여1 : 가서 보고봐도 되요?

지도교사 : 위험하지 않게 조심히 앞에서만 보고와 봐.

여1 : 여기 앞에까지만 가서 볼게요.

지도교사 : 천천히 가. 천천히. (암석으로 다가가는 여학생)

여1 : 이건 화강암인 것 같아요.

학생들은 자신들이 서 있는 자리에서 우선적으로 먼저 관찰할 수 있는 것을 보고 난 이후에 지도교사가 주변에 전체적으로도 눈에 보이는 것에 대해 관찰해보자고 제안하였다. 여1 학생이 지도교사에게 눈 앞에 보이는 부분을 손으로 가리키며 편마암인지 질문하였다. 지도교사는 여1 학생에게 자신의 생각을 되묻고 여1 학생이 조금 가까이 다가가서 암석을 관찰하고 난 이후에 지도교사에게 화강암인 것 같다고 답하는 내용이다. 여1 학생은 눈앞에 암석을 가리키는 지시적 제스처와 암석에 다가가

서 화강암이라고 언급함과 동시에 반복하여 암석을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#78, (06' 22" ~ 06' 28").

지도교사 : 잘 모르겠으면 여기 지역을 전체적으로 크게 본 다음에 그리고 나서 그 암석을 기준으로 조금씩 세부적으로 보는 것도 도움이 될 것 같아.

남1 : 흠, 여기는 일단 화강암인 것 같아요.

남학생은 제자리에서 발로 밟고 있던 곳 앞으로 손을 다시 뻗어서 갈라져 있는 부분을 가리키고 이곳에서 볼 수 있는 암석이 화강암이라고 언급하는 장면에서 보이는 지시적 제스처이다. 이 상황은 어두운 부분과 밝은 부분에 관하여 고민하던 찰나 지도교사가 전체적으로 한 번 어떤 암석인지 찾아보려고 한 이후에 세부적으로 알아보는 과정 중에 처음 나왔던 남1 학생의 행동 중 하나로서 어두운 부분과 밝은 부분에 관한 것 이외에 다른 곳을 손으로 가리키는 장면이다. 남1 학생은 화강암이라고 판단하며 그곳을 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다.



#79, (06' 33" ~ 06' 39").

남1 : 흠, 그런데 또 여길 보면 또...아닌 것 같기도 하고...

지도교사 : 아닌 것 같기도 하고...

남1 학생은 색깔을 기준으로 화장암이라는 것을 주장하였는데 자신이 밟고 있던 지점에 있는 검정색과 밝은 색이 섞인 부분을 손으로 가리킴과 동시에 경계를 따라 반복적으로 손으로 가리킨다.



#81, (07' 58" ~ 08' 01").

여2 : (손으로 건너편을 가리킨다.)

여1 : 저건 계곡 때문에 그냥 쌓아둔 것 같은데...

옆에 같이 있던 여2 학생은 건너편 계곡 옆에 가지런히 정리된 암석을 손으로 가리키며 여1 학생과 지도교사를 쳐다본다. 이때 음성 언어는 없었으며 손으로 건너편 암석을 가리켰다.





#82, (08' 08" ~ 08' 11").

여2 : 화강암이고 편마암도 있는데 재는 제일 생똥맞게 있는 거 아니야?

지도교사 : 하하하

학생들은 본인들이 판단하기에 화강암 이외의 편마암 등이 존재하고 있는 상황에 대해 손으로 위치를 가리킨다. 학생들은 편마암의 존재에 대한 궁금증을 제시하였다.



#84, (20' 15" ~ 20' 25").

남1 : 흑운모 찾았어요.

지도교사 : 흑운모 찾았어? 오

남1 : 여기 검정색 중에 반짝이는 게

지도교사 : 응

남1 학생은 지속적으로 광물을 분류하는 활동에 참여하였는데 광물을 직접 손으로 가리키고 고르는 작업을 반복적으로 실시하였다. 그 중에서도 흑운모를 직접 찾아서 가리키고 고르는 장면을 스냅 샷으로 나타냈다.



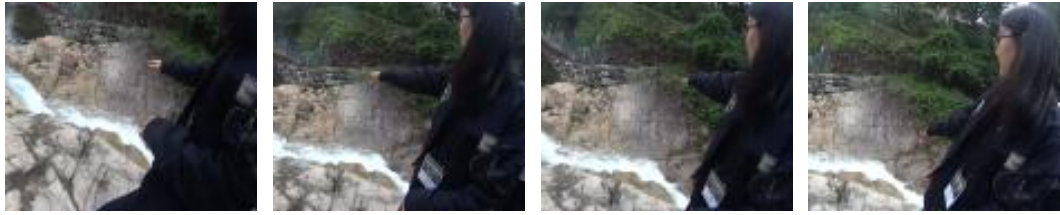
#85, (20' 40" ~ 20' 45").

지도교사 : 여기서 각자 광물을 하나씩 찾아보자.

여1 : 여기 이건 석영 같아요.

광물을 찾고 난 이후 현재 학생들이 밟고 있는 암석의 종류가 무엇인지 판단해보도록 하였다. 화강암이라는 것을 모든 조원 학생들이 판단할 수 있었다. 화강암이라고 생각하는 이유는 광물을 근거로 하여 발표하였는데, 학생들이 광물을 직접 찾아서 언급하는 과정에서 볼 수 있는 여1 학생의 지시적 제스처이다. 여1 학생은 석영, 장석, 흑운모 등을 직접 손으로 가리키며 화강암이라고 생각하는 이유를 밝혔다. 스냅 샷은 그 중에서도 석영을 손으로 가리키는 지시적 제스처가 나타나는 장면이다.





#90, (23' 25" ~ 23' 27").

여1 : 여기 색이 저기랑 조금 달라요.

암석이 갈라진 부분에 대해서만 다루는 것이 아니라 건너편에는 두 암석의 색이 다르다는 것을 손을 뻗어서 직접 위치를 가리켰다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링에서 B조 학생들이 보여준 제스처는 다음과 같다.



#95, (47' 15" ~ 47' 23").

여1 : 그리고 변성암은 작은 비율로 남게 되었습니다. 이렇게 옆에 드

러났습니다.

발표자 여1 학생은 손으로 그림에서 변성암에 해당하는 부분을 가리킴과 동시에 작은 비율로서 존재하고 있었던 변성암은 중심이 아니라 주변부에 위치한다고 언급하였다. 이때 양손을 발표자의 왼쪽 방향으로 움직이며 중심에서 벗어나는 것을 뜻하는 것으로 보여주었다.



#96, (47' 26" ~ 47' 32").

여1 : 쥬라기 이후 그 화강암과 변성암이 시간이 지나고 뿔개지고 풍화 침식을 받으면서 일부 퇴적도 있었고, 표면에 퇴적암이 생기게 되었습니다.

발표자 여1 학생은 중생대 쥬라기 이후 과정에 대해 결과론적으로 먼저 언급하였다. 스냅 샷은 지질시대를 손으로 반복적으로 가리키는 행위와 화강암과 주변부의 변성암을 손으로 가리키는 행위가 연속적으로 있었다. 이 장면에서 지시적 제스처는 중생대, 화강암, 변성암을 손으로 가리키는 행위이다.



#97, (1 15' 45" ~ 1 15' 55").

여1 : 너 속눈썹 디게 마음에 든다. 그 부분만 나 좀 줄래. 쌍꺼풀도  
진하고 속눈썹도 찢하고 화장하면 디게 이쁠 것 같다.

남1 : 뭐래, 빨리 이거나 좀 해.

최종 조별 모델을 만드는 중에 두 여학생은 장난을 치거나 수다를 떨  
면서 집중하지 않는 모습을 보이기도 했다. 더욱이 남학생에게 속눈썹이  
길어서 화장하기 어려울 것이다 등과 같이 여학생이 장난을 치기도 하였  
는데 남1 학생이 이때 보여준 제스처이다. 오른손을 길게 뻗어 모델을  
작성해야 하는 부분을 손으로 반복적으로 가리킴으로서 모델 만드는 활  
동에 다시 참여하기를 제안하였다.



#100, (1 33' 23" ~ 1 33' 28").

여1 : 상승운동을 하면서 온도와 압력이 낮아져서 절리가 생성되고 변  
성암의 틈 사이로 관입이 일어나서 포획암이 생기게 되는 것입니다.

다른 발표자 남1 학생의 설명이 끝난 이후 추가적으로 여1 학생이 다시 한 번 부분적으로 반복하며 발표를 할 때 보여준 지시적 제스처이다. 야외에서 관찰한 화강암 근처에서 관찰한 포획암과 절리의 위치를 손으로 계속하여 가리켰다. 중간 조별 모델 발표에서는 나오지 않았던 부분 중 하나로서 야외에서 관찰한 것을 추가적으로 최종 조별 모델에 반영한 것이다. 최종 조별 모델 발표에서도 이를 음성 언어로 반복하는 것과 더불어 해당 내용을 연속적으로 가리키는 행위로서 지시적 제스처가 있었다.



#103, (23' 27" ~ 23' 34").

여1 : 퇴적암 같은 경우에는 여기 계곡도 있었고 그러니까 그런 과정에 있어서 서서히 생겨났을 것이다. 나는 그렇게 추정했어.

이 장면에서 스냅 샷은 오른손을 아래로 내리고 교차하고 오른손을 조금 위로 올렸다가 다시 사선방향으로 움직이는 것이다. 이때 여1 학생은 퇴적암을 언급하며 이곳 계곡을 나타냈으며 퇴적암이 생겨나는 과정을 오른손을 세웠다가 사선 방향으로 움직이는 것으로 표현하였다.



#104, (28' 39" ~ 28' 57").

여1 : 여기 이렇게 지반이 있는데, 여기에 화산이 총총총 하고 , 그리고 땅위로 올라와야 용암이지?

여2 : 응응

스냅 샷은 다음과 같은 장면을 서술하고 있다. 첫 번째 여1 학생은 초기에 평지와 같은 조건을 나타내기 위해 손으로 펜을 쥐고 좌우로 길게 줄을 긋는다. 두 번째와 세 번째는 빨간색 펜으로 화산폭발을 나타내기 위해 손을 위 아래로 사선방향으로 움직인다. 마지막은 화산이 폭발하고 땅 위로 올라오는 용암을 나타내며 오른손을 위로 들어 올린다. 이처럼 이 장면에서는 여1 학생이 초기 평지와 같은 조건을 나타내는 것과 화산을 표현하였다.



#105, (30' 34" ~ 30' 50").

여1 : 내부에서 마그마가 식어서, 그 뭐라고 해야 하나, 그 부풀림? 부

풀어짐이 일어났고 이게 지각변동에 의해서 올라왔다.

여2 : 화강암이?

여1 : 응, 그냥 아무이유 없이 올라왔다고 하는 거 보다 여기가 깎여 나가서 올라왔다고 하는 게 말이 되지 않을까?

여2 : 맞아.

화산이 폭발하고 용암으로는 화강암이 형성됨을 설명하지 못한다는 사실을 학생들이 모두 인지하고 나서 화산폭발 보다는 마그마가 식어서 화강암이 생성되는 것으로 다시 설명하는 과정에서 여1 학생이 보여주는 형상적 제스처이다. 스냅 샷은 마그마가 식어서 부피가 팽창하는 모습을 손으로 표현하는 것으로 양손을 모았다가 조금씩 펼치는 것과 마지막 스냅 샷은 오른손을 그림의 아랫방향에서 윗 방향으로 올리는 움직임으로서 지각변동에 의해 올라왔다는 음성 언어와 함께 나타났다.



#108, (47' 48" ~ 47' 56").

여1 : 그리하여 저희가 했던 추리는 화강암은 지하 내부에서 만들어지는 심성암이기 때문에 마그마가 지반 바깥으로 뿔어져 나오는 것이 아니라 이 땅 안 쪽에서 마그마가 식어서 만들어 지고 이게 수직운동으로 통째로 올라왔다고 생각하였습니다. 변성암의 양이 적었던 것은 표면에서 풍화와 침식으로 양이 줄어들었다고 생각했습니다.

발표자는 중간 조별 모델을 간략하게 다시 정리하였다. 스냅 샷은 양손으로 아래에서 위로 올리고 다시 양손을 아래로 내리면서 두 손을 교차하여 맞잡은 것을 나타냈다. 발표자는 화강암은 심성암이기 때문에 용암이 폭발하는 것이 아니라 마그마가 땅 속에서 식어서 형성되었다고 언급함과 동시에 양손을 위로 올렸다가 양손을 아래로 향하게 하였다. 발표자는 화강암이 만들어졌다는 것을 언급하면서 양손을 교차하였다. 이 장면에서 형상적 제스처는 화강암의 만들어지는 과정을 마그마가 지하에서 식어서 만들어지는 것, 융기하는 과정을 표현하였다.



#109, (1 16' 48" ~ 1 17' 09").

남1 : 야야, 절리랑 포획암이 무엇인지도 중요하지 않을까, 암튼 그게 언제 생성되는지도 알아야 하지 않을까?

여1 : 그게 절리나 포획암이나 화강암이 그 관입을 할 때 생성되었다고 했잖아. 그러니까...

남1 : 그럼 주라기 때 그때 쯤에 쓰면 되겠네.

여1 : 오케이 오케이.

최종 조별 모델을 만들기에서 B조 학생들은 포획암과 절리에 관한 두 가지 부족한 점을 찾았다. 남1 학생이 먼저 음성 언어로 언급하였고 이에 대한 여1 학생이 응답 중에 보여준 제스처이다. 스냅 샷은 절리와 포획암에 대해 언급을 시작할 때 두 손을 앞으로 뻗고 관입을 하는 모습을 양손을 위로 올렸으며 교차하며 손을 모으는 것을 보였다. 이 형상적 제



스처는 관입하는 과정을 아래에서 위로 손을 올리는 행위와 동시에 양 손을 교차하는 것으로서 나타내었다.



#111, (46' 52" ~ 47' 04").

여1 : 우선 저희 조는 지질 시대를 쥬라기 이전과 이후로 나누어서 관악산 형성과정을 설명해보고자 합니다. 우선 저희의 모델에서는 쥬라기 이전에는 변성암만 존재하는 지반이 있었습니다. 언덕 같은 지형이나 편평한 지형, 단층 등 다양하게 존재하고 있었는데 마그마가 식고 힘에 의해서 융기하게 됩니다.

중간 조별 모델 발표에서 볼 수 있는 B조 발표자 학생의 제스처이다. 첫 번째 지질시대를 시간의 순서에 따라 손으로 가리켰다. 쥬라기 이전 시대를 지칭하는 움직임으로서 초기에는 변성암이 존재하고 있는 것을 가리켰으며, 시간의 흘러감에 따라 마그마를 가리킴과 동시에 융기하는 과정에서는 양손을 모아서 위로 올리는 움직임을 보였다. 이 과정에서 지질 시대와 변성암의 존재 등을 가리키는 지시적 제스처와 마그마가 식고 융기하는 과정을 나타내는 형상적 제스처가 있었다.





#112, (47' 08" ~ 47' 13").

여1 : 시간이 지나면서 표면이 풍화 침식 되어서 대부분이 화강암이 표면에 그 크고 넓은 모양으로 넓게 나왔습니다.

중간 조별 발표에서 용기한 이후에 볼 수 있는 발표자 여1 학생의 제스처이다. 표면의 풍화와 침식을 나타내는 그림을 손으로 가리켰고 이후에 발표자는 지표 아래에 있던 넓은 모양의 화강암을 양손으로 둥근 모양으로 표현하였다.



#113, (1 21' 09" ~ 1 21' 16").

남1 : 그러면 수평절리는 관입이 아니지?

여1 : 어어 그냥 수평절리는 그냥 어 식으면서 올라오면서 화강암이 압력이 낮아져서 갈라지는 거.

절리의 생성기작에 관해 남1 학생이 추가로 질문을 하였고 여1 학생

이 이에 대한 응답을 할 때 보여주는 제스처이다. 여1 학생은 수평절리를 작성해야 할 지점에 대해 손으로 가리켰다. 여1 학생은 융기하는 과정에서 압력이 낮아져서 생성된다고 음성 언어로 표현하였다. 동시에 이때 융기하는 과정은 양손을 위로 올리는 것으로 표현하였으며 절리가 만들어지는 것은 양손을 모았다가 펼치는 것으로 나타내었다.

### 3) 한탄강 야외지질답사

한탄강 야외지질답사에 참여한 조원은 여자 3명, 남자 1명으로 총 4명이다.



#115, (07' 35" ~ 07' 38").

여1 : 자연에서 현무암 처음 봐요.

지도교사 : 현무암이 어떤 건데?

여1 : 여기 이런 거요.

지도교사는 좌상바위에서 모든 학생들을 모아서 방문한 장소에 대한 간략한 안내를 하였다. 예를 들어 지금 방문한 장소, 좌상바위에 대한 안내, 학생들이 이 수업에서 참여할 활동에 대한 안내가 있었다.

학생들은 지도교사의 안내가 종료된 이후 각 조별로 암석을 관찰하거나 분류하는 활동을 시작한다. 여1 학생이 자연에서 현무암을 처음 본다고 얘기하면서 현무암을 손으로 가리켰다.



#117, (19' 42" ~ 19' 45").

지도교사 : 우리 눈앞에 보이는 경계면부터 차근차근 찾아보자.

여1 : (손으로 경계되는 위치를 손으로 가리켰다)

지도교사는 눈 앞에 보이는 경계면을 찾는 것으로부터 강 건너편에 보이는 지질학적 구조를 탐색하고자 하였다. 여1 학생은 음성 언어 없이 손으로 건너편 지형을 가리키는 것으로 자신의 의사를 표현했다.

이 지시적 제스처는 교사가 질문한 지형의 경계면을 가리키는 행위이자 교사의 질문에 대한 답으로서 강 건너편에 위치하는 지형과 강 건너편 왼쪽 사선방향에 위치한 두 곳을 손으로 가리켰다.



#118, (19' 50" ~ 20' 00").

지도교사 : 왼쪽만 기준으로 해서 선생님이랑 같이 경계를 찾아보자.  
우선 가장 제일 위층은 어디인거 같아? 어떻게 생긴 것 같애?

여1 : 제일 위에는 그냥 이렇게 있는 거 같아요.

분리된 지형에서 학생 기준으로 상대적으로 왼쪽 방향에 있는 지형에 관해 눈에 보이는 대로 설명하는 과정 중에 여학생이 보여준 지시적 제스처이다.

지도교사는 여1 학생에게 함께 경계면을 나누어 볼 것을 제안하면서 제일 위층이 어디인지 가리켜보도록 유도하였다. 여1 학생은 교사의 질문에 대해 답하면서 지시적 제스처를 보였다. 가장 위에서부터 기둥 형태로 보이는 지형에 대해 손을 위에서 아래로 가리키고 이어지는 부분에 대해 반복적으로 가리켰다.



#119, (23' 24" ~ 23' 30").

지도교사 : 두 번째 층은 경계가 어디인 것 같아?

남1 : 두 번째 아래에는 색이 조금 짙은 회색인 것처럼 보이는 저기요.

남1 학생은 강 건너편 왼쪽 노두를 세 개 층으로 구분했었고 그 중에 두 번째 층은 짙은 회색을 보인다고 언급하며 해당하는 곳을 손으로 가리켰다.



#121, (34' 00" ~ 34' 15").

여2 : 저 현무암 가져왔어요.

지도교사 : 우와 잘 가져왔네. 그럼 여기 이 돌은 뭐야?

여2 : 이것도....흠...이거랑 옆에 있는 거랑 같은 종류 같은데..

지도교사 : 응

여2 : 애도 그냥 다 현무암 같아요.

여2 학생이 가져온 현무암을 지도교사에게 건내줄 때 지도교사가 여학생이 서있는 곳에 암석은 무엇인지 질문하였다. 여2 학생은 자신이 밟고 있는 암석이 옆에 있는 것과 같은 종류라고 답하면서 잠시 고민하던니 모두 다 현무암인 것 같다는 답변을 하였다. 더욱이 여2 학생이 보여준 지시적 제스처는 자신의 주변에서 관찰할 수 있는 또 다른 암석을 가리키는 행위였다.



#124, (40' 19" ~ 40' 29").

남1 : 선생님 이걸 사암 같아요.

지도교사 : 왜?

남1 : 뭔가 표면에 모래 같은데 이런 것들 입자가 곱고 이런 것들이 뭉쳐서 만들어진 것도 같아요.

지도교사 : 하얀 줄무늬 같은 건 또 뭐지?, 우선 암석 표본이랑 같이 비교하면서 또 이야기 해보자.

남1 학생이 또 다른 전석을 가져와서 지도교사에게 사암인 것 같다고 주장하였다. 남1 학생은 자신이 가져온 전석을 바라보며 손으로 모래와 같은 입자를 가리키고 손으로 문지르거나 암석의 표면을 반복하여 다시 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다. 이 지시적 제스처는 암석의 종류를 판단하기 위해 입자를 만져보기 위한 움직임 중에 하나로서 남1 학생이 반복하여 이 상황에서 보여주었다.



#126, (42' 37" ~ 42' 44").

지도교사 : 이번에는 저기 눈앞에 보이는 좌상바위가 어떻게 만들어졌는지 알아볼까?

여3 : 여기 너무 이쁘지 않아요. 원래 저렇게 있었는데 여기가 다 깎인게 아닐까요?

지도교사 : 왜?

여3 : 갑자기 여기에 확 솟아 올라와서 이렇게 된 것 같진 않아서요.

지도교사가 이번에는 좌상바위에 대해 어떻게 만들어졌는지 질문을 학생들에게 하였고 여3 학생이 먼저 질문에 대한 응답을 하였다. 여3 학생은 좌상바위를 포함한 눈앞의 지형이 예쁘다고 언급하면서 동시에 원래 좌상바위가 존재했었고 주변이 지형이 깎여서 지금과 같은 모습이 되었다고 응답하였다. 이때 여3 학생은 좌상바위를 손으로 가리키고 주변의 지형을 따라 손으로 가리켰다.



#130, (01' 44" ~ 01' 54").

여3 : 선생님 이거랑 비슷한 걸 찾아보면 되요?

지도교사 : 응, 처음에 일단 우리가 멀리서서 건너편에서 볼 수 있는 구조를 한번 찾아보는거야. 여기서 보기에 이거랑 비슷한 게 어디 있어?

여3 : 여기랑 여기요.

세 번째 야외 답사 장소인 차탄천 인근에서 주상절리를 학생들이 관찰할 때 보여주는 지시적 제스처이다. 주상절리를 강 건너편에서 큰 규모로 먼저 관찰한 이후에 같이 강을 건너가서 주상절리 아래에서 작은 규모로도 관찰하고자 하였다. 강 건너편에서 주상절리를 관찰할 때 처음 볼 수 있는 여3 학생의 제스처이다. 관찰해야하는 대상을 관찰 기록지에서 손으로 가리킴과 동시에 강 건너편에서 봐야하는 곳을 손으로 가리키는 것이다. 큰 규모로 주상절리의 세 가지 종류를 나눠보는 것으로 다각형, 방사상, 판상모양이 있었다. 여 3학생은 프린트 되어 있는 것의 종류를 가리키고 강 건너편에서 볼 수 있는 종류를 각각 손으로 가리키는 지



시적 제스처를 보였다.



#131, (03' 13" ~ 03' 20").

남1 : 여기서 종류별로 구분해보면 되요?

지도교사 : 주상절리 종류별로 찾아도 보고 여기서도 한번 층을 구분해볼래?

남1 : 근데 여기는 뭔가 바위 있는 부분은 다르네요.

지도교사는 학생들에게 주상절리의 종류와 층을 구분해 볼 것을 제안하였다. 남1 학생은 활동지에서 관찰할 수 있는 주상절리의 종류를 가리키고 지도교사가 층을 구분해보자고 하는 것에 대한 응답으로 가장 아래 층을 손으로 가리켰다. 이 지시적 제스처는 주상절리의 종류를 가리키는 것과 주상절리의 가장 아래 바닥 층을 가리켰다.



#132, (04' 07" ~ 04' 12").



지도교사 : 여1 학생이 두 번째 층의 특징에 대해 한번 이야기 해 줄 수 있나요?

여1 : 저기 두 번째 층이요?

지도교사 : 네

여1 : 흠 저는 그렇게 말고 밑에서부터 하고 싶어요.

지도교사 : 그래.

학생들이 육안으로 주상절리의 층을 3개로 나누었고 각각의 층의 경계를 구분하는 것을 시작으로 각 층에서 육안으로 볼 수 있는 특징을 이야기 하는 것으로 지도교사와 함께 활동에 참여하였다.

여1 학생은 자신이 나눈 층의 경계를 손으로 가리키며 아래층부터 그 특징을 언급하고자 제안하였다. 이때 여1 학생이 보여주는 지시적 제스처는 손으로 여1 학생이 구분한 층의 경계를 가리켰다.



#133, (04' 30" ~ 04' 38").

지도교사 : 동글동글동글 한게 이어지는 그 층이 경계라면 그 위에 층에 대해서 이야기 해볼까?

여1 : 그리고 그 위에 동그란 게 없는 층, 저기에서 손가락 살짝 위에 2층.

첫 번째 층이 되는 지점을 지도교사 함께 확인한 이후에 두 번째 층에 대해 여1 학생이 계속하여 그 경계를 나눌 때 보여주는 지시적 제스

처이다. 여1 학생은 두 번째 층의 경계가 되는 아랫부분과 윗부분을 손으로 가리키며 그 두께를 가리키는 행위로 함께 나타내었다.



#134, (04' 56" ~ 05' 00").

여1 : 여기 전체가 다 하나의 주상절리 층이지 않나요?

지도교사 : 응응. 크게 보면

여1 학생과 지도교사가 함께 층을 나눈 것과 그 경계가 되는 지점에 대해 이야기하는 중에 여 1학생이 강 건너편의 전체적인 주상절리를 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#136, (05' 54" ~ 05' 57").

여2 : 선생님 여기 맨 앞에 있는 거 저거 같아요.

다각형, 판상 모양의 주상절리를 찾는 과정에서 여2 학생이 보여준 지

시적 제스처이다. 활동지에 있는 그림과 자신이 관찰한 다각형 모양의 주상절리를 손으로 가리켰을 뿐만 아니라 범위를 손으로 가리키며 범위를 한정하는 것도 볼 수 있었다.



#138, (18' 22" ~ 18' 26").

여3 : 선생님 그러면 이걸 그림 이거 판상절리 같고

지도교사 : 그렇지

여3 : 그리고 이거는 판상절리랑 무슨 차이예요?

강 건너편에서 큰 규모로의 관찰을 종료한 이후에 다리를 건너와서 작은 규모로 자세히 관찰하는 과정을 학생들은 경험하였다. 여3 학생은 가까이에서 보았을 때 다각형, 판상, 방사상 절리 모양의 차이를 질문하였는데 이때 볼 수 있는 지시적 제스처이다. 먼저 가까이에서 관찰하였을 때 자신이 구분할 수 있는 판상절리를 손으로 가리키는 움직임으로서 구분하였고 나머지 두 개의 차이를 비교 및 대조하는 과정에 대해 질문하였다.



#143, (43' 41" ~ 43' 48").

여1 : 뭔가 여기 주변에서 용암이 서서히 흘러가지고, 이렇게 흘러가지고 무슨 일이 있었을 것 같아요.

지도교사 : 응, 용암이 흘러서 뭔가 일이 있었을 것이다.

좌상바위 인근이 어떻게 만들어졌는지 설명하는 과정에서 스냅 샷 기준으로 바닥에 앉아있는 여1 학생의 형상적 제스처이다. 용암이 흘렀을 것이라고 주장하면서 특정한 사건이 있었음을 언급하며 왼쪽에서 오른쪽으로 손의 움직임을 가져가며 용암이 흘러가는 것을 표현하였다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

B조 학생들은 한탄강 야외지질답사를 종료하고 다음 시간에 교실 환경에서 관찰한 것을 증거로 활용하여 개인 모델에서부터 최종 조별 모델을 만드는 과정에 참여하였다. 학생들 스스로 조별 모델을 만든 이후에 각자 자신의 개인 모델을 발표하는 것으로부터 조별 모델을 생성하고자 하였다.



#151 , (43' 42" ~ 43' 55").

여3 : 그러니까 너희들의 말로는

남1 : 그게 그러니까

여1 : 하드 자체가 튼튼하고

남1 : 어어

여1 : 그래픽 카드가 중복되어서 그게 안 될 수도 있고

여3 : 강에다가 용암이 흘러서...애들아...

B조 학생들은 중간 조별 모델에 관한 토의를 이어 가던 중에 야외지질답사 때 찍은 사진을 공유하다가 핸드폰으로 가벼운 장난을 치기도 하고 다른 이야기를 하기도 하였다. 이 때 암염을 개인 모델로 제시했던 여3 학생이 파란색 펜을 들고 새로운 모델을 그리기 시작했다. 여3 학생은 자신의 모델을 수정하여 다시 강, 용암 등을 그리고 가리키는 행위를 보였다. 같은 조원 학생들이 아무도 집중하지 않고 잡담을 계속하자 여3 학생이 파란색 펜을 들고 오른손을 뻗어 아이들의 이목을 집중시킨다. 여3 학생은 물의 흐름과 용암 등을 가리키는 지시적 제스처를 보였고, 학생들의 이목을 집중시키기 위해 다른 학생들을 부르는 음성 언어와 함께 모델을 반복적으로 가리키는 행위를 보였다.

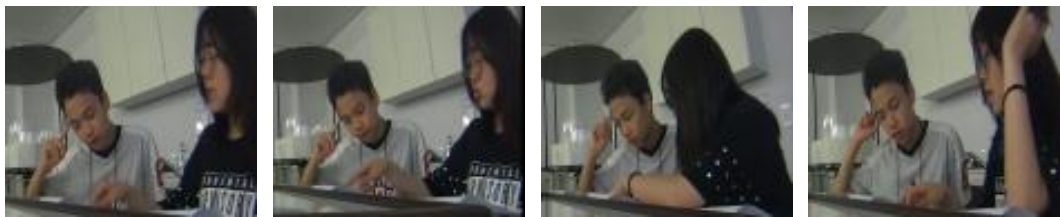


#154, (45' 52" ~ 46' 05").

남1 : 그런데 중생대에서 여기 다 지금 중생대 인데 그런데 신생대가

여기인 것 같은데...뭔가...조금...

남학생은 여1 학생의 개인 모델을 보면서 중생대에 있었던 사건을 손으로 지속적으로 가리키고 중생대와 신생대의 시간 차이에 관하여 불명확한 지점이 있음을 표현하였다. 이 지시적 제스처는 지질시대를 가리키는 것뿐만 아니라 불명확한 지점에 대해 직접적으로 표현하였다.



#155, (46' 08" ~ 46' 22").

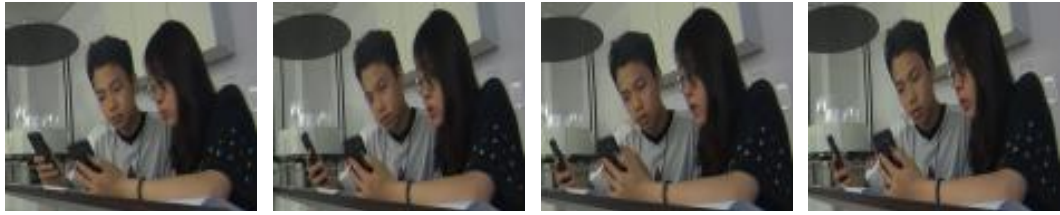
여1 : 신생대인지 중생대인지, 중생대 후반으로 쓰는게 좋지 않을까?

남1 : 흠...일단 우선...

여1 : 신생대가 아니라 중생대로 다 써야 할 것 같은데...

남1과 여1 두 학생은 지질시대를 구분함에 있어서 지질시대에 맞게 활동을 정리하기 위해 위와 같은 개별 토론을 하였다. 두 학생은 그림을 공유하며 화산 폭발의 시기에 대해 의견을 교환하고 있었다. 이 때 여1 학생이 보여주는 지시적 제스처이다. 개인 모델에서 지질시대와 화산폭발에 관한 부분을 지속적으로 가리키는 지시적 제스처가 있었다.





#156, (46' 47" ~ 47' 02").

여1 : 전체적으로 여길 보면 1단, 2단, 3단 정도로 분류했잖아. 여기 이 쪽으로 옆 부분이 올라가있거든.

남1 : 그런데 여기 암석이 뭐지?

여1 : 이게 이걸 현무암이 있었고 여기 위쪽은 응회암이었어.

야외 답사 단계에서 관찰한 것을 따로 사진을 찍었었는데 두 학생은 여1 학생이 찍어온 사진을 손으로 반복적으로 가리키며 어떤 암석인지 묻고 답하는 과정에 참여하였다. 이와 같은 과정은 세 가지로 분류한 층이 시기적인 차이가 있음을 주장하기 위한 탐색의 과정으로 간주할 수 있었다.



#159, (1 17' 30" ~ 1 18' 22").

남1 : 선캄브리아 시대 때 편마암, 규암과 같은 변성암이 존재하고 있었고 석회암이나 퇴적암도 존재하고 있었고, 그리고 중생대로 오면서 퇴

적암 지반이 존재하고 있는데, 그리고 중생대 부터는 활발한 화산활동이 있어서 용암이 흐르고 빠르게 굳어서 बे개용암이나 주상절리 그리고 절벽 같은 것들이 만들어집니다. 그리고 몇 차례 더 용암이 흘러서 응회암이나 주상절리가 추가적으로 만들어졌습니다.

B조 중간 조별 모델을 발표할 때 볼 수 있는 발표자 남1 학생의 제스처이다. 선캄브리아 시대를 시작으로 지질시대를 오래된 시간부터 시간의 흐름에 따라 언급하였고 시대를 언급할 때 오른손을 앞으로 뻗어서 지질 시대를 가리켰다. 각각의 지질시대에 대표적인 활동에 관하여 중간 조별 모델을 손으로 가리키며 말하였을 뿐만 아니라 야외 답사에서 관찰한 장소와 구조 암석 등을 언급할 때는 손으로 직접 가리켰다. 이처럼 B조의 중간 조별 모델을 발표할 때 남1 학생은 지질시대, 암석, 구조 등을 언급함과 동시에 이에 해당하는 부분을 손으로 반복적으로 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다.



#160, (1 33' 05" ~ 1 33' 14").

여1 : 이게 제일 위가 선캄브리아 시대고 여기는 중생대

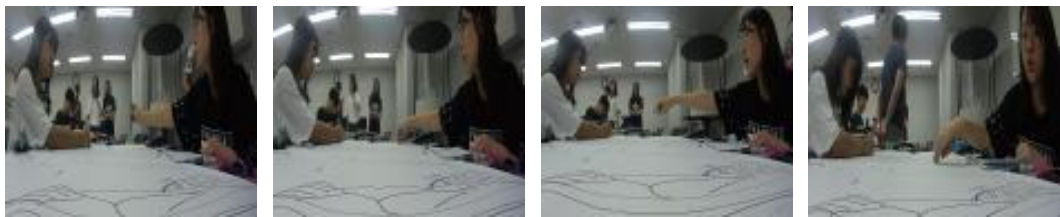
남1 : 바로 중생대로 넘어갈 거야 고생대 안 쓰고?

여1 : 여기를 경계로 중생대를 쓰고 위에는 선캄브리아기 고생대를 같이 쓰자. 중생대는 여기까지로 하고.

최종 조별 모델을 만들고 발표 준비를 할 때 여1 학생이 보여주는 지



시적 제스처이다. 여1 학생은 그림의 가장 위를 손으로 가리키며 지질시대를 언급할 것을 이야기 하였다. 남1 학생은 고생대를 어떻게 넣을지를 질문하였고, 여1 학생은 이에 대한 응답을 함과 동시에 중생대의 범위를 한정하는 것으로 지시적 제스처를 반복적으로 나타냈다. 이 장면에서 지시적 제스처는 지질시대를 가리킴과 동시에 지질시대의 기간을 그림 내에서 한정하여 그 위치를 정해주었다.



#161, (1 40' 43" ~1 40' 48").

여1 : 여기 위에 선캄브라이기랑 고생대,

여3 : 선.캄.브.리.아.기?

여1 : 응 선캄브리아기, 그리고 여긴 중생대라고 하면 돼.

최종 조별 모델을 완성할 때 최종 조별 모델에 명시적으로 지질시대를 쓰는 것을 여1 학생이 제안하였다. 여1 학생은 최종 조별 모델에 선캄브리아기, 고생대, 중생대, 그리고 현재에 이르기까지 지질시대를 중심으로 시간의 흐름에 관한 부분을 작성해야하는 곳을 손으로 가리켰다.



#167, (37' 23" ~ 37' 28").

여3 : 그 뭐지 그 뭐냐 원래 대륙들도 다 붙어 있었는데 조금씩 떨어져서 된 거잖아.

여3 학생은 남1 학생이 제시한 담수 환경을 듣고 대륙이동설이라고 하는 용어를 사용하지 않았을 뿐 대륙이 떨어져 나가는 것처럼 땅이 분리되는 것을 표현하는 손의 움직임을 보였다. 여3 학생은 오른손을 움직이며 두 손을 모았다가 다시 양손을 벌리는 모습을 보인다. 이 형상적 제스처는 대륙이 하나로 붙어 있다가 분리되어 나가는 것을 표현하였다.



#168, (37' 32" ~ 37' 39").

여3 : 이렇게 떨어져 나가서 원래는 섬처럼 있었는데 거기에 용암이 흘러서 이렇게 이어지는 거지...이게..흙...

오른손을 앞으로 살짝 뻗어서 대륙이 섬처럼 떨어져서 존재하고 있는 모습과 오른손을 좌우로 움직이며 이곳에 용암이 흘렀다고 하는 것을 손의 움직임으로 표현하고자 하였다. 이 형상적 제스처는 여학생이 계속해서 바다 환경에서 떨어져 나온 대륙과 그 위에 용암이 크게 흘러서 분리된 지형 등을 표현하였다.



#170, (49' 05" ~ 49' 13").

여1 : 퇴적암이 있던 지대에 뭐 퇴적암이 아닌 곳도 있겠지만 어쨌든 최소 3번의 용암이 흘렀는지 마지막이 제일 규모가 커. 그래서 지역에 따라서, 지역의 고저에 따라서 두 번일 때도 있고 차이가 있는 거지.

여1 학생이 초기 퇴적암이 있던 지역에 용암이 여러 번 흘러서 지형이 형성되었다는 것을 설명하였다. 이때 여1 학생은 퇴적암이 있던 초기 지형을 설명하기 위해 양손을 옆으로 펼치고 모으고를 반복하였고 용암이 흘러내려오는 것을 양손을 모아서 용암이 흘러 내려오는 것을 표현하였다. 이 형상적 제스처는 퇴적암이 넓게 분포하고 있는 지형과 용암이 흐르는 모습을 나타냈다.

## 다. C조 사례

### 1) 관악산 야외지질답사

C조의 조별 구성원은 남학생 2명과 여학생 2명이다.<sup>7)</sup>



#173, (05' 45" ~ 05' 48").

남2 : 여기에 막 그냥 이것저것 찍어놓은 것처럼 그냥 막 되어있어.

남1 : 그림 그런 것처럼 그냥 막 그어져있네.

남2 학생은 바닥에 갈라진 틈을 따라서 오른손을 반복적으로 위 아래로 움직이는 지시적 제스처를 보였다. 이 지시적 제스처는 학생들이 서 있는 곳을 중심으로 바닥에 갈라진 틈을 반복적으로 가리켰다.



---

7) C조 참여자의 경우 남1, 남2, 여1, 여2로 명명하여 (이하) 작성하였다.

#174, (06' 04" ~ 06' 07").

남2 : 벽처럼 저쪽에 있는 건 주워온 것 같은데

남1 : 저기는 쌓아서 만들어 놓은 것일걸.

계곡에서 자유롭게 관찰에 참여할 때 두 남학생이 음성 언어 중의 일부이다. 남1 학생은 남2 학생의 의견을 이어받아 계곡 가장자리에 쌓여진 제방을 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 이 지시적 제스처는 인위적으로 쌓아서 만들어진 것은 계곡 제방이 쌓인 곳을 손으로 가리킨다.



#178, (07' 47" ~ 07' 52").

남1 : 여기 애 혼자만 다르네. 달라.

남1 학생은 반복하여 변성암을 손으로 가리키며 애 혼자만 다르다고 언급하자 다른 조원이 관심을 가지고 다가왔다. 이때 남1 학생이 반복하여 변성암을 반복하여 가리켰다.



#180, (22' 11" ~ 22' 16").

지도교사 : 여2 은 뭐 고른 거야?

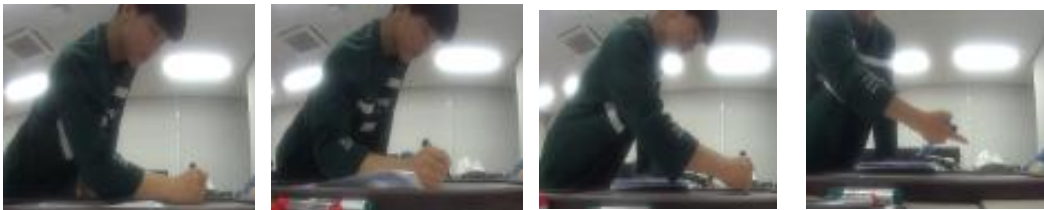
여2 : 석영? 같기도 하고...

지도교사 : 광물 표본이랑 직접 한번 비교해 봐봐. 확인 확인

여2 학생은 계곡의 모래에서 직접 광물을 분류할 때 지시적 제스처를 볼 수 있었다. 여2 학생이 고른 광물은 석영이었고 지도교사가 먼저 여2 학생에게 질문하여 함께 활동에 참여할 수 있도록 유도하였다.

## 2) 관악산 형성과정에 대한 과학적 모델 및 모델링

C조 학생들이 과학적 모델 및 모델링에서 보여주는 제스처의 종류는 다음과 같다.



#189, (35' 13" ~ 35' 18").

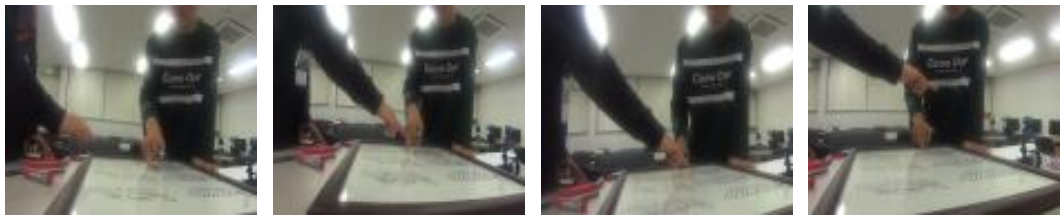
남2 : 여기에 선캄브리아기로부터 시작한다고 쓰면 돼?

남1 : 응, 거기서 시작하면 돼.

여1 : 응 거기.



남2 학생이 중간 조별 모델을 그림을 그릴 때 손을 좌우로 움직이고 가리키는 것으로서 지질시대를 구분하는 움직임이다. 남2 학생은 선캄브리아기 시대를 가리키는 지시적 제스처를 보였다. 이 지시적 제스처는 관악산 형성과정의 첫 단계를 완성할 때 나타났다.



#192, (44' 14" ~ 44' 18").

남2 : 여기 이렇게 올라온다고 하는 게 끊어진 암석에 써야하는 건가?

남1 : 아니아니아니 여기 여기.

남2 : 끊어진 암석이 증거로 써야함?

남1 : 어어

남1 학생은 남2 학생이 중간 조별 모델을 정리할 때 절리에 대한 부분을 작성할 때 도움을 주었다. 남2 학생이 끊어진 암석에 관한 부분을 어디에 어떻게 작성해야할지 질문하였다. 남1 학생은 그에 대한 응답으로 지시적 제스처를 보이며 조별 모델에 써야하는 부분과 내용을 알려주었다.



#193, (1 31' 07" ~ 1 31' 29").

남1 : A단계에서는 선캄브리아 시기로 지하에서 편마암과 편암이 생성됩니다. 그리고 이 편마암하고 편암이 밀도 차와 압력에 의해서 위로 B단계에서 융기하게 됩니다. 그 다음에 C인 주라기에서는 지하에서 마그마가 화강암으로 굳게 됩니다.

최종 조별 모델 발표에서 남1 발표자가 보여주는 지시적 제스처이다. 처음 중간 조별 모델에서와 같이 선캄브리아시대와 변성암의 존재를 손으로 가리키는 행위, 변성암은 지표로 올라오기 위해 상승하는 과정을 가리키는 행위와 마지막으로 지하에서 마그마가 식어서 화강암이 생성되는 과정 또한 손으로 가리켰다. 최종 조별 모델 발표에서 남1 학생은 각각의 단계를 차례대로 가리키는 행위로서 지시적 제스처를 보여주었다.



#194, (1 31' 35" ~ 1 31' 53").

남1 : 이후 D 단계 화강암이 융기하면서 편마암과 편암을 파괴하게



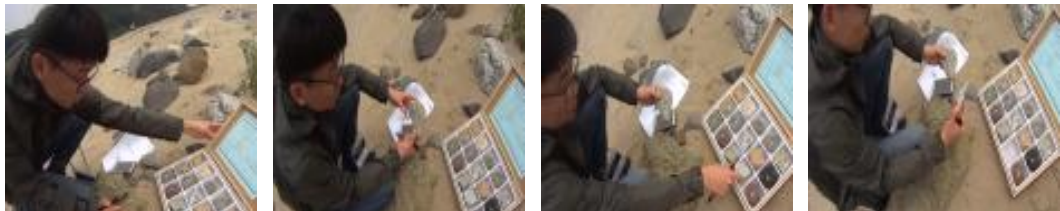
되고 풍화 침식의 과정으로 E와 F단계를 거쳐서 편마암과 편암이 갈라지고 그 증거로 끊어진 암석과 절리 등이 증거가 됩니다.

지도교사 : 혹시 포획암에 관한 이야기는 있나요?

남1 : 여기 포획암도 생성됩니다.

최종 조별 모델 발표에서 발표자가 계속하여 지시적 제스처를 보여주었다. 화강암이 융기하면서 나타나는 변화, 융기할 때 수평절리가 만들어진 것, 변성암과 화강암이 지표에 같이 존재하게 되는 과정과 마지막으로 풍화와 침식을 받아서 현재의 관악산의 모습을 갖추는 모습까지 모든 단계에 걸쳐 발표자는 지속적으로 손으로 가리키는 행위를 보여주었다.

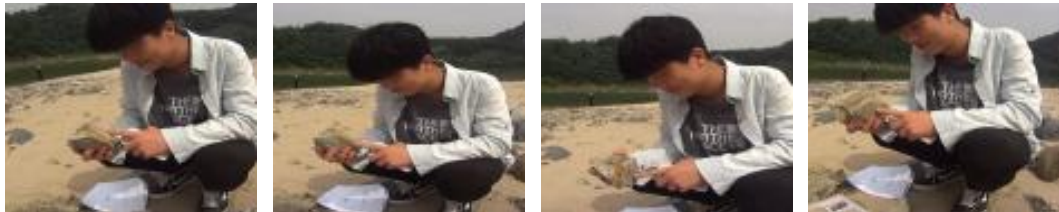
### 3) 한탄강 야외지질답사



#200, (09' 15" ~ 09' 20").

첫 번째 야외 답사 장소인 좌상바위 인근에서 학생들이 참여하게 될 활동에 대해 안내를 끝난 후 학생들은 자유롭게 관찰 활동에 참여하거나 혹은 전석을 미리 주워서 암석 표본과 비교하는 과정에 스스로 임하였다. 그 중에서도 전석을 미리 주워서 암석 표본과 스스로 비교하는 과정에 참여하였던 남1 학생의 지시적 제스처이다. 전석과 암석 표본을 비교할 때 자신의 가져온 전석의 줄무늬를 따라 손으로 가리켰다. 남1 학생

은 색이 비슷한 암석 표본을 손으로 가리키고 전석과 암석 표본을 비교하였다.



#201, (10' 43" ~ 10' 47")

남2 : 이젠 여기 줄무늬가 확실하게 있네요.

인솔교사 : 그러네.

남2 학생은 자신이 가져온 전석의 특징을 탐색하는 중에 지시적 제스처를 보여주었다. 암석의 표면을 만지다가 줄무늬가 있는 곳을 가리키며 동시에 줄무늬가 있다고 언급하였다. 이 지시적 제스처는 전석에 존재하는 줄무늬를 반복적으로 가리키는 행위이다.



#202, (10' 27" ~ 16' 33")

남1 : 애는 뭘까?

C조 두 남학생은 암석 표본을 하나씩 꺼내서 자신이 가져온 전석과 함께 비교하였다. 남1 학생은 전석과 비슷한 암석 표본을 꺼내서 비교하다가 전석의 면을 손으로 가리키며 어떤 암석인지 의문을 가졌다. 남1 학생의 질문에 대한 다른 조원들의 답은 없었으며 남1 학생도 다른 전석과 암석 표본을 만지고 제자리에 넣어두었다.



#203, (19' 02" ~ 19' 10")

남1 : 근데 이게 퇴적암일까 이걸 또 뭘까? 하도 암석 본지 오래...

남2 : 이거 뭘 거 같냐?

두 남학생은 화성암, 퇴적암, 변성암 암석 표본을 각각 열어서 직접 관찰하고 주변에서 관찰 가능한 전석을 가리키며 무엇인지 질문하였다. 이 지시적 제스처는 남1 학생이 앉은 자리에서 옆에 있는 전석을 가리키는 행위이다.



#207, (31' 05" ~ 31' 13").

남2 : 여기 안에 있는 하얀 건 밖에서 묻은 거예요 아니면 안에 그냥 있는거예요?, 밖에 그냥 묻은 거예요?

인솔교사 : 깨보면 알 수 있지 않을까?

남2 학생은 다른 조원들이 가져온 전석을 모은 뒤 그 중에 하나를 잡아서 인솔 교사에게 표면에 밝은 색을 띠는 것에 관하여 질문하는 장면이다. 이 장면에서 남2 학생은 손으로 쥐고 표면을 돌리면서 밝은 부분과 어두운 부분을 가리키는 행위의 지시적 제스처를 보였다.



#208, (32' 15" ~ 32' 23").

남2 : 같아도 계속 하얀 색이 나오는 거 보면 돌 안에 하얀 색이 있는 것 같아요.

인솔교사 : 그렇겠지.

남2 학생은 암석에 있는 하얀 것이 암석 안에 있는 것인지 표면에 묻은 것인지 의문을 가졌었고 이를 스스로 해결하고자 다른 암석에 긁어서 가루가 되었을 때 보이는 색을 직접 눈으로 확인하는 활동을 하였다. 암석을 긁어 보았을 때 하얀색이 나오는 것으로 보아 암석에 하얀 색 무엇인가가 존재한다는 결론에 도달하였다. 이 장면에서 남2 학생은 암석을 연속적으로 가리키는 지시적 제스처를 보였다.

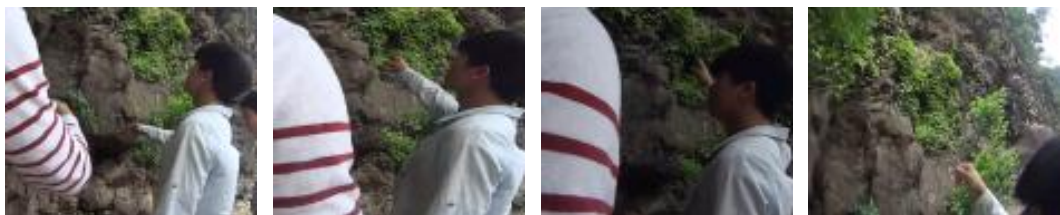


#211, (23' 43" ~ 23' 57").

남1 : 여기는 뭐가 다른 거예요?

지도교사 : 이쪽 부분은 깎여 나간 것 같은데, 왜냐하면 옆이랑 이어서 보면 가운데 여기 깎인 부분만 빼고 다 연결이 되지. 그리고 아래쪽 이랑은 확연히 다르잖아.

남1 학생은 가까이에서 주상절리를 보다가 중간에 끊어진 것처럼 보이는 부분을 손으로 가리키며 이 부분은 다른 것이냐며 질문을 하였다. 이때 남1 학생은 자신이 궁금한 부분을 손으로 가리키는 지시적 제스처를 보여주었다. 지도교사는 주상절리의 가장 아래층에서 가로로 길게 연결하였을 때 중간에 파인 부분이 연결되는 지점에서 깎여 나간 것이라고 답해 주었고 이 장면은 주상절리가 아닌 부분과 경계를 찾아보았다.



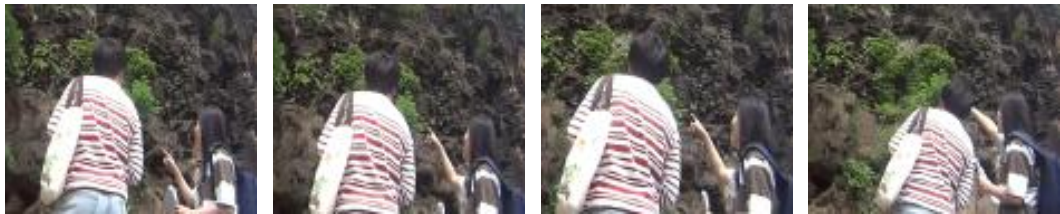
#212, (24' 50" ~ 24' 52").

남2 : 썸 저기 위에 쌓인건 뭐예요?



지도교사 : 뭐 인거 같아? 여기 책자에 주상절리 분류한 거 한번 보고 직접 찾아볼까?

남2 학생은 강 건너편에서는 주상절리가 한 눈에 들어왔지만 가까이에서 관찰하니 주상절리가 꽤나 두껍게 위에 쌓여있는 것을 보았다. 남2 학생은 주상절리의 특정 층을 가리키며 무엇인지 질문하였다. 이 장면에서는 남2이 학생이 주상절리를 가리키는 행위로서 지시적 제스처가 있었다.



#215, (28' 27" ~ 28' 31").

여2 : 저기는 어떻게 된 거예요?

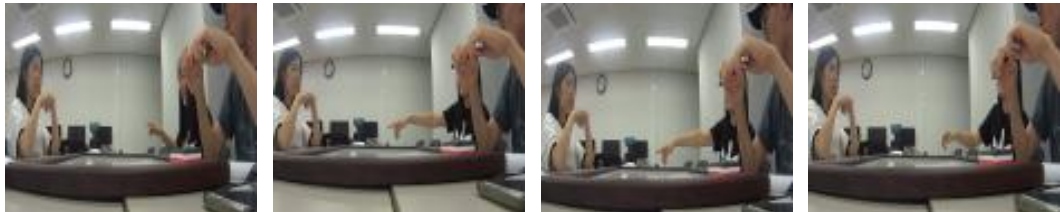
지도교사 : 어?

여2 : 저기는 용암이 굳어서 이렇게 된 건데 용암이 굳어서 이렇게 된 거예요?

지도교사 : 응, 용암이 굳어서 이렇게 만들어진 거지.

여2 학생은 주상절리에서 특정 층을 손으로 가리키며 어떻게 만들어진 것인지 질문하였다. 지도교사가 처음에 여2 학생의 질문을 제대로 이해하지 못하자 여2 학생이 용암이 굳어서 만들어진 것인지 구체적으로 질문하였다. 이 장면에서 여2 학생은 자신이 나누었던 주상절리 층의 일부를 가리켰다. 주상절리의 특정 지역을 가리키는 지시적 제스처가 있었다.

#### 4) 한탄강 형성과정에 대한 모델 및 모델링



#221, (43' 11" ~ 43' 15").

남1 : 우리는 어떻게 할까?

여2 : 여1게 맞는 거 같아.

개인 모델 만들기가 끝나고 C조 학생들이 상호간의 개인 모델을 바꿔가며 읽어보았다. 그런 다음 남1 학생이 조별 모델 만들기를 제안하였고, 여2 학생은 여1 학생의 개인 모델을 가리키며 여1 학생의 개인 모델이 맞는 것 같다고 하였다. 이때 여2 학생은 여1 학생의 개인 모델을 가리키는 지시적 제스처를 보였다.



#225, (1 21' 17" ~ 1 21' 36").

남1 : 조금 더 상세하게 각각의 지형에 대해 설명하자면 좌상바위에는

화강암이 용기하였고 화산이 폭발하여서 그 위에 응회암이 생성되었습니다. 차탄천의 경우에는 상류의 물질이 운반되어서 하류에 퇴적되었고 퇴적암과 변성암 위에 일부 지역에는 बे개용암 그리고 주상절리가 생성되었습니다. 아우라지 지역은 변성암 위로 그 물이랑 용암이 만나면서 बे개용암이 형성되었고 다시 한 번 더 화산폭발이 일어나서 용암이 흘러 주상절리도 생성되었습니다. 끝

발표자 남1 학생은 학생들이 야외에서 관찰한 것에 대해서도 함께 언급하였는데, 좌상바위, 차탄천, 아우라지에서 관찰한 것과 생성과정을 발표할 때 손으로 해당하는 지점을 가리키는 것을 보여주었다.



#227, (1 30' 55" ~ 1 30' 59").

남2 : 이것 좀 설명 좀 해줘. 뭐라고 한 거야?

중간 조별 모델을 기준으로 최종 조별 모델을 만들 때 작성자 남2가 남1에게 최종 조별 모델을 그릴 때 궁금한 점을 손으로 가리키며 질문하였다. 이 지시적 제스처는 남2 학생이 궁금한 것을 가리키는 행위이다.





#228, (1 32' 08" ~ 1 32' 11").

남1 : 여기 변성암 써야하는 거 아니야?

남2 : 아, 어어.

남1 학생이 최종 조별 모델에 부족한 지점을 손으로 가리키고 중간 조별 모델과 비교하는 장면에서 볼 수 있는 지시적 제스처이다.

## 참 고 문 헌

- 교육부. (2015). 개정 교육과정-과학과 교육과정. 교육부고시 제 2015-74 호.
- 김나영, 양일호, 고민석. (2014). 계절의 변화 원인에 대한 초등학생들의 설명에서 확인된 정신 모델과 묘사적 몸짓의 관계 분석. 대한지구과학교육학회지, 7(3), 358-370.
- 김순미, 양일호, 임성만 (2013). 계절 변화의 원인에 관한 초등학생의 멘탈 모델 변화 과정 분석. 한국과학교육학회지, 33(5), 893-910.
- 김순식. (2012). 초등예비교사들의 계절변화 수업에 대한 연구. 대한지구과학교육학회지, 5(3), 245-255.
- 김해경과 오강호. (2014). 여수 오동도의 지형·지질경관 특성 및 활용방안. 한국도서연구, 26(3), 113-128.
- 김해경. (2015). 지역 지질을 활용한 초등학교 야외지질학습장의 개발-오동도를 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 8(2), 128-138.
- 김해경. (2016). 고흥군 북서 해안의 지질학습장으로서의 활용가능성. 대한지구과학교육학회지, 9(2), 163-172.
- 김해경과 오강호. (2016). 신안군 사옥도 일대의 지형·지질경관 특성 및 활용방안. 한국도서연구, 28(1), 171-188.
- 김해경과 오강호. (2018). 보성 남측 해안 퇴적암 지역에서 야외지질학습장 개발 및 교수-학습 방안. 한국도서연구, 30(1), 115-128.
- 김화성, 함호식, 이문원. (2013). 화성암 지역의 야외지질학습장 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 34(3), 274-285.
- 박수경. (2009). 판의 경계에 대한 고등학생들의 정신모형 분석. 한국지구과학회지, 30(1), 111-126.
- 박수경. (2011). 학습 양식이 다른 중학생들의 판구조론에 관한 정신모형 분석. 한국과학교육학회지, 31(5), 734-744.
- 박진홍. (2001). 야외 지질 학습장에서 고등학교 학생들의 암석과 지질구조 동정 과정 분석. 한국교원대학교 박사학위 논문.

박희경, 최종림, 김찬중, 김희백, 유준희, 장신호, 최승언 (2016). 과학적 모델의 사회적 구성 수업을 통한 과학 영재 학생들의 모델링 능력 변화. 한국과학교육학회지, 36(1), 15-28.

성나해, 최승언. (2008). 달의 위상 변화에 관한 교과서의 지식 통합 과정 및 학생 정신 모델의 비교 연구. 한국지구과학회지, 29(2), 163-174.

안건상. (2013). 광주광역시에 위치한 금당산의 지질학습장으로서 활용성. 한국지구과학회지, 34(3), 235-248.

오필석. (2007). 중등학교 지구과학 수업에서 과학적 모델의 활용 양상 분석: 대기 및 해양 지구과학 관련 수업을 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(7), 645-662.

오현석, 김찬중. (2010). 단어와 그림으로 표현된 8 학년 학생들의 '지구'에 대한 심상에서 나타난 지구계 이해 분석. 한국지구과학회지, 31(1), 71-87.

유희원, 함동철, 차현정, 김민석, 김희백, 유준희, 최승언. (2012). 달의 위상 변화에 대한 과학적 모형 구성 수업에서 나타나는 과학 영재들의 모형 생성 및 발달 과정. 영재교육학회, 22(2), 291-315.

윤마병, 남기수, 백제은, 이종학, 봉필훈, 김유영. (2017). 충북 영동 지역의 과학학습장을 활용한 토폴로리아 야외지질학습 프로그램 개발. 대한지구과학교육학회지, 10(1), 76-89.

이미애, 최승언. (2008). 중. 고등학생이 이해하는 달의 위상 변화 모델 분석을 통한 보완 모델 제안. 한국지구과학회지, 29(1), 60-77.

조규성, 양우현, 신순선, 오재명, 정덕호. (2012). 변산반도 격포 적벽강 일대 야외지질 학습자료 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 33(7), 658-671.

조규성, 김정빈, 조성욱, 양우현, 정덕호, 권창우, 홍덕표. (2016). 고창군과 부안군 일대의 지질유산과 지질명소. 지질학회지, 52(5), 691-707.

조혜숙과 남정희. (2017). 과학교육에서 모델과 모델링 관련 국내 과학 교육 연구 동향 분석. 한국과학교육학회지, 37(4), 539-552.

채동현. (2004). 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등 예비교사와

초등학교 교사의 천문개념 변화에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 24(5), 886-901.

채동현 (2008). 새로운 달 위상 모형의 개발과 그 적용. 초등과학교육, 27(4), 385-398.

최윤성, 최종림, 김찬중, 최승언. (2017). 과학적 모델의 사회적 구성 수업을 적용한 야외지질학습에서 나타나는 조별 모델 구성과정 이해: 제약조건을 중심으로. 한국지구과학회지, 38(4), 303-320.

최윤성, 김찬중, 최승언. (2018a). 과학적 모델의 사회적 구성을 활용한 야외지질학습 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 39(2), 178-192.

최윤성, 김찬중, 최승언. (2018b). 야외지질학습에 대한 예비 중등 지구 과학 교사의 인식 탐색. 한국지구과학회지, 39(3), 291-302.

최윤성, 김찬중, 최승언. (2018d). 한탄강 국가지질공원을 활용한 모델 및 모델링의 야외지질학습으로의 적용. 한국지구과학 추계 학술발표회 논문집 68p.

Afonso, A. S. and Gilbert, J. K. (2007). Educational value of different types of exhibits in an interactive science and technology center. Science Education, 91(6), 967-987.

Ainsworth, S., Prain, V., and Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. Science, 333(6046), 1096-1097.

Ajayi, L. (2009). English as a second language learners' exploration of multimodal texts in a junior high school. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 52(7), 585-595.

Akerson, V. L., White, O., Colak, H., and Pongsanon, K. (2011). Relationships between elementary teachers' conceptions of scientific modeling and the nature of science. In Models and Modeling (pp. 221-237). Springer,

Alibali, M. W., Heath, D. C., and Myers, H. J. (2001). Effects of visibility between speaker and listener on gesture production: Some gestures are meant to be seen. Journal of Memory and Language,

44(2), 169–188.

Alibali, M. W. (2005). Gesture in spatial cognition: Expressing, communicating, and thinking about spatial information. *Spatial cognition and computation*, 5(4), 307–331.

Allen, S. (2004). Designs for learning : Studying science museums exhibits that do more than entertain. *Science Education*, 88(1), S1–S33.

Alles, M., and Riggs, E. M. (2011). Developing a process model for visual penetrative ability. *Geological Society of America Special Papers*, 474, 63–80.

Amin, T. G., Jeppsson, F., and Haglund, J. (2015). Conceptual metaphor and embodied cognition in science learning: introduction to special issue. *International Journal of Science Education*, 37(5), 745–758.

Atit, K., Gagnier, K., and Shipley, T. F. (2015). Student gestures aid penetrative thinking. *Journal of Geoscience Education*, 63(1), 66–72.

Auerbach, C., and Silverstein, L. B. (2003). *Qualitative data: An introduction to coding and analysis*. New York University press.

Bamberger, Y., and Tal, T (2008). Multiple outcomes of class visits to natural history museums: The students' view. *Journal of Science Education and Technology*, 17(3), 274–284..

Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review. Psychology* 59, 617–645.

Baetu, T. M. (2014). Models and the mosaic of scientific knowledge. The case of immunology. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 45(1), 49–56.

Bauersfeld, H. (1995). Development and function of mathematizing

as a social practice. In. L. Steffe and J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 137–158). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Beer, D. (2000). Dynamical approaches to cognitive science. *Trends in Cognitive Science*, 4(2) 91–99.

Beilock, S. L., and Goldin-Meadow, S. (2010). Gesture changes thought by grounding it in action. *Psychological Science*, 21(11), 1605–1610.

Betzner, J. P., and Marek, E. A. (2014). Teacher and student perceptions of earth science and its educational value in secondary schools. *Creative Education*, 5(11), 1019–1031.

Bezemer, J., and Kress, G. (2008). Writing in multimodal texts: A social semiotic account of designs for learning. *Written communication*, 25(2), 166–195.

Bickhard, M. (2008). Is embodiment necessary. *Handbook of cognitive science: An embodied approach*, 29–40.

Brandstetter, T. (2011). Time machines; Model experiments in Geology. *Cenaurus*, 53(2), 135–145.

Brody, M. (2005). Learning in nature. *Environmental Education Research*, 11(5), 603–621.

Brooks, N. B., Barner, D., Frank, M., & Goldin-Meadow, S. (2018). The role of gesture in supporting mental representations: The case of mental abacus arithmetic. *Cognitive science*, 42(2), 554–575.

Brusi, D., Calonge, A., & Souza, E. (2016). Textbooks: A Tool to Support Geoscience Learning. In *Geoscience Education* (pp. 173–193). Springer. Cham

Callow, J. (2018). Classroom assessment and picture books—strategies for assessing how students interpret multimodal texts. *Australian Journal of Language and Literacy*, The, 41(1), 5.

Capirci, O., and Volterra, V. (2008). Gesture and speech: The

emergence and development of a strong and changing partnership. *Gesture*, 8(1), 22–44.

Chamizo, J. A. (2013). A new definition of models and modeling in chemistry's teaching. *Science & Education*, 22(7), 1613–1632.

Chartrand, T. L., and Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: the perception – behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(6), 893.

Cheek, K. A., LaDue, N. D., and Shipley, T. F. (2018). Learning about spatial and temporal scale: current research, psychological processes, and classroom implications. *Journal of Geoscience Education*, 65(4), 455–472.

Cheng, M. F., and Lin, J. L. (2015). Investigating the relationship between students' views of scientific models and their development of models. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2453–2475.

Chiel, H. and Beer, R.(1997). The brain has a body: Adaptive behavior emerges from interactions of nervous system, body, and environment. *Trends in Neurosciences*, 20(12), 553–557.

Clark, A., and Chalmers, D. (1998). The extended mind. analysis, 58(1), 7–19.

Clark, A. (1998). *Being there: Putting brain, body, and world together again*. MIT press.

Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism. In G. Glover, R. Ronning, C. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research*(pp 341–381.). New York:Plenum.

Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041–1053.

Cook, S. W., Mitchell, Z., and Goldin-Meadow, S. (2008). Gesturing makes learning last. *Cognition*, 106(2), 1047–1058.

Cook, S. W., Duffy, R. G., and Fenn, K. M. (2013). Consolidation and transfer of learning after observing hand gesture. *Child development*, 84(6), 1863–1871.

Corbin, J., and Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. London: SAGE Publication.

Covitt, B., Friend, D., Windell, C., and Baldwin, J. (2015). A scientific modeling sequence for teaching Earth seasons. *Journal of Geoscience Education*, 63(1), 7–17.

Doiiln, J. (2012). Science, the environment and education beyond the classroom. In B. Fraser, K. Tobin and C.J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1081–1096). London:Springer.

Dolphin, G., and Benoit, W. (2016). Students' mental model development during historically contextualized inquiry: How the 'tectonic plate' metaphor impeded the process. *International Journal of Science Education*, 38(2), 276–297.

Falk, J. H., and Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

Frodeman, R. (1995). Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. *Geological Society of America Bulletin*, 107(8), 960–968.

Gallese, V. (2003). The manifold nature of interpersonal relations: the quest for a common mechanism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358, 517–528.

Gallese, V. (2006). Intentional attunement: A neurophysiological perspective on social cognition and its disruption in autism. *Brain research*, 1079(1), 15–24.



Gallese, V., and Lakoff, G. (2005) The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22(4), 455-479.

Giere, R. N. (2010). An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese*, 172(2), 269.

Gilbert, J. K., Boulter, C., and Rutherford, M. (1998). Models in explanations Part 1: Horses for courses?. *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.

Glesne, C. (2016). *Becoming qualitative researchers: An introduction*. Pearson.

Göksun, T., Goldin-Meadow, S., Newcombe, N., and Shipley, T. (2013). Individual differences in mental rotation: what does gesture tell us?. *Cognitive processing*, 14(2), 153-162.

Goldin-Meadow, S. (2000). Beyond words: The importance of gesture to researchers and learners. *Child development*, 71(1), 231-239.

Goldin-Meadow, S., and Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 664-674.

Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. D., and Wagner, S. (2001). Explaining math: Gesturing lightens the load. *Psychological Science*, 12(6), 516-522.

Goldin-Meadow, S., and Singer, M. A. (2003). From children's hands to adults' ears: gesture's role in the learning process. *Developmental psychology*, 39(3), 509.

Goldin-Meadow, S. (2005). *Hearing gesture: How our hands help us think*. Harvard University Press.

Goldin-Meadow, S., Cook, S. W., and Mitchell, Z. A. (2009). Gesturing gives children new ideas about math. *Psychological Science*, 20(3), 267-272.

Goodwin, C. (1999). A history of modern psychology. New York : Wiley.

Goodwin, C. (2007). Environmentally coupled gestures. *Gesture and the dynamic dimensions of language*, (pp. 195–212).

Gomila, T., and Calvo, P. (2008). Directions for an embodied cognitive science: toward an integrated approach. *Handbook of cognitive science: An embodied approach*, 1–25.

Gouvea, J., and Passmore, C. (2017). Models of versus Models for. *Science & Education*, 26(1), 49–63.

Graveleau, F., Malavieille, J. and Dominguez, S. (2012). Experimental modelling of orogenic wedges: A review, *Tectonophysics*, 538–540, 1–66.

Gilbert, J. K., and Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Vol. 9). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Herrera, J. S., and Riggs, E. M. (2013). Relating gestures and speech: An analysis of students' conceptions about geological sedimentary processes. *International Journal of Science Education*, 35(12), 1979–2003.

Hauk, O., Johnsrude, I., and Pulvermuller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41(2), 301–307.

Hoisington, C., Sableski, N., and Decosta, I. (2010). A walk in the woods. *Science and Children*, 48(2), 27–31.

Huston, T., Cooper, S., and Talbert, T. (2011). Describing connections between science content and future careers: Implementing Texas curriculum for rural at-risk high school students using purposefully-designed field trips. *Rural Educator*, 33(1), 37–47.

Jaipal, K. (2010). Meaning making through multiple modalities in a

biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. *Science Education*, 94(1), 48–72.

Jee, B., Uttal, D., Gentner, D., Manduca, C., Shipley T. Tikoff, B., Ormand C. and Sageman, B. (2010). Commentary: Analogical thinking in geoscience education. *Journal of Geoscience Education*, 58(1), 2–13.

Johnson-Laird, P. N. (1987). The mental representation of the meaning of words. *Cognition*, 25(2), 189–211.

Justi, R. S., and Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.

Kastens, K. A., Agrawal, S., and Liben, L. S. (2008). Research methodologies in science education: The role of gestures in geoscience teaching and learning. *Journal of Geoscience Education*, 56(4), 362–368.

King, C. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44(2), 187–222.

Kinsbourne, M. (2006). Gestures as embodied cognition: A neurodevelopmental interpretation. *Gesture*, 6(2), 205–214.

Knapp, M. L., Hall, J. A., and Horgan, T. G. (2013). *Nonverbal communication in human interaction*. Cengage Learning.

Koponen, I. T and Tala, S. (2014). Generative modelling in physics education: From aspects of research practices to suggestions for education. In. M. R. Matthews (Eds.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1143–1169). Springer Netherlands.

Lakoff, G., and Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh* (Vol. 4). New York: Basic books.

Lavie Alon, N., and Tal, T. (2017). Field trips to natural environments: how outdoor educators use the physical environment.

International Journal of Science Education, Part B, 7(3), 237-252.

Lead States, NGSS. (2013). Next generation science standards: For states, by states.

Liben, L. S., Christensen, A. E., and Kastens, K. A. (2010). Gestures in geology: The roles of spatial skills, expertise, and communicative context. In International Conference on Spatial Cognition (pp. 95-111). Springer, Berlin, Heidelberg.

Mandinach, E. and Cline, H. (1993). Systems, science and schools. *System Dynamics Review*, 9(2), 195-206.

Mark Johnson. (1987). The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason.

Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 25-45.

Marog, O., and Tal., T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777.

Matlen, B. J., Atit, K., Göksun, T., Rau, M. A., and Ptouchkina, M. (2012). Representing space: Exploring the relationship between gesturing and geoscience understanding in children. In International Conference on Spatial Cognition (pp. 405-415). Springer, Berlin, Heidelberg

Matsumoto, D., and Hwang, H. C. (2013). Cultural similarities and differences in emblematic gestures. *Journal of Nonverbal Behavior*, 37(1), 1-27.

Matteucci, R., Gosso, G., Peploni, S., Piacente, S., and Wasowski, J., (2014). The “Geoethical promise”: A proposal. *Episodes*, 37(3), 190-191.

McNeill, D. (1992). Hand and mind: What gestures reveal about thought. Chicago: The University of Chicago Press.

Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of Perception* [Phénoménologie de la Perception].. Routledge and Kegan Paul.

Merleau-Ponty, M. (2002). *El mundo de la percepción: siete conferencias*. Fondo de Cultura Económica.

Mohamed Haneef, M. S. (2018). Multimodal social semiotic analysis of Delhi rape conviction news in 2013 in CNN IBN website. *Asian Journal of Communication*, 1-16.

Morrison, M. and Morgan, M (1999). Models as mediating instruments. In M. Morrison and M.S. Morgan (Eds.), *Models as mediators* (pp. 10-37). Cambridge: Cambridge University Press.

Nabors, M., Edwards, L., and Murray, R. (2009). Making the case for field trips: What research tells us and what site coordinators have to say. *Education* 129(4), 661-667.

Nathan, M. J., and Martinez, C. V. J. (2015). Gesture as model enactment : The role of gesture mental model construction and inference making when learning from test. *Learning: Research and Practice*, 1(1), 4-37.

Neill, S. (2017). *Classroom nonverbal communication*. Routledge.

Newman, D., Griffin, P. and Cole, M. (1989). *The construction zone: working for cognitive change in school*, Cambridge, MA: Cambridge University Press.

National Research Council(1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy of Sciences.

National Research Council.(2012). *A Framework for K - 12 Science Education: Practices, Cross-Cutting*.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Nersessian, N. J. (2008). *Mental modeling in conceptual change*.

International handbook of research on conceptual change, 391–416.

Nersessian, N. J. (2009). How do engineering scientists think? Model based simulation in biomedical engineering research laboratories. *Topics in Cognitive Science*, 1(4), 730–757.

NGSS Lead State. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.

Norris, S. (2004). *Analyzing multimodal interaction: A methodological framework*. Routledge.

Norris, S. (2011). Three hierarchical positions of deictic gesture in relation to spoken language: a multimodal interaction analysis. *Visual Communication*, 10(2), 129–147.

Norris, S. (Ed.). (2012). *Multimodality in Practice: Investigating Theory-in-practice-through-methodology* (Vol. 4). Routledge.

Novack, M. A., Congdon, E. L., Hemani-Lopez, N., and Goldin-Meadow, S. (2014). From action to abstraction: Using the hands to learn math. *Psychological Science*, 25(4), 903–910.

Novack, M. A., and Goldin-Meadow, S. (2017). Gesture as representational action: A paper about function. *Psychonomic bulletin & review*, 24(3), 652–665.

OECD, (2013). *Education policy outlook 2015: Making reforms happen*. Paris : OECD Publishing

O'Halloran, K. L. (2009). Multimodal analysis and digital technology. In *Interdisciplinary Perspectives on Multimodality: Theory and Practice*, Proceedings of the Third International Conference on Multimodality, Palladino, Campobasso.

Oh, P. S., and Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: an overview, *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130.

Ormand, C. J., Manduca, C., Shipley, T. F., Tikoff, B., Harwood, C.

L., Atit, K., and Boone, A. P. (2014). Evaluating geoscience students' spatial thinking skills in a multi-institutional classroom study. *Journal of Geoscience Education*, 62(1), 146-154.

Ormand, C. J., Shipley, T. F., Tikoff, B., Dutrow, B., Goodwin, L. B., Hickson, T., and Resnick, I. (2017). The Spatial Thinking Workbook: A research-validated spatial skills curriculum for geology majors. *Journal of Geoscience Education*, 65(4), 423-434.

Oreskes, N. (2007). From scaling to simulation: Changing meanings and ambitions of models in geology. In A.N.H Creager, E. Lunbeck, and M. N. Wise(Eds.), *Science without laws: Model systems, case, exemplary narratives*(pp.93-124). London: Duke University Press Book

Orion, N. and Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.

Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.

Orion, N., Hofstein, A., Tamir, P., and Giddings, G. (1997). Development and validation of an instrument for assessing the learning environment of outdoor science activities. *Science Education*, 81(2), 161-171.

Orion, N. and Libarkin, J. (2014). Earth systems education. In S. Abell and N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Orion, N. (2016). Earth Systems Education and the Development of Environmental Insight. In *Geoscience Education* (pp. 59-72). Springer, Cham.

Padalkar, S., and Ramadas, J. (2011). Designed and spontaneous gestures in elementary astronomy education. *International Journal of*

Science Education, 33(12), 1703–1739.

Petcovic, H. L., Stokes, A., and Caulkins, J. L. (2014). Geo scientists' perceptions of the value of undergraduate field education. *GSA Today*, 24(7), 4–10

Ping, R., and Goldin Meadow, S. (2010). Gesturing saves cognitive resources when talking about nonpresent objects. *Cognitive Science*, 34(4), 602–619..

Resnick, I., Atit, K., Goksun, T., and Shipley, T. F. (2011, January). Experts' and novices' use of gesture in explaining geologic maps. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 33, No. 33).

Robert, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. B. Lederman (Eds), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Roth, W. M. (2000). From gesture to scientific language. *Journal of Pragmatics*, 32(11), 1683–1714.

Roth, W. M. (2001). Gestures: Their role in teaching and learning. *Review of educational research*, 71(3), 365–392.

Roth, W. M. and Lawless, D. (2002a). Scientific investigations, metaphorical gestures, and the emergence of abstract scientific concepts. *Learning and instruction*, 12(3), 285–304.

Roth, W. M. (2003). Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis. *Journal of Curriculum Studies*, 35(1), 9–23.

Rodrigues, A. V., João, P., and Martins, I. P. (2016). Exploring Rocks and Minerals: An Experience of Integrated Educational Approach. In *Geoscience Education* (pp. 103–131). Springer, Cham.

Schwandt, T. A. (2014). *The Sage dictionary of qualitative inquiry*. Sage Publications.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A.,



Fortus, D., and Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of research in science teaching*, 46(6), 632–654.

Schwarz, C. V., Passmore, C., and Reiser, B. J. (2017). Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices. NSTA Press.

Serafini, F. (2011). Expanding perspectives for comprehending visual images in multimodal texts. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 54(5), 342–350.

Shapiro, L. (2007). The embodied cognition research programme. *Philosophy compass*, 2(2), 338–346.

Shapiro, L. (2011). *Embodied cognition*. London : Routledge.

Sibley, D.F.(2009). A cognitive framework for reasoning with scientific models. *Journal of Geoscience Education*, 57(4), 255–263.

Silva, C. M. (2016). Fossils, Smartphones, Geodiversity, Internet, and Outdoor Activities: A Technological Geoeducational Bundle. In *Geoscience Education* (pp. 133–157). Springer, Cham.

Singer, M. A., and Goldin-Meadow, S. (2005). Children learn when their teacher's gestures and speech differ. *Psychological Science*, 16(2), 85–89.

Streule, M. and Craig, L. (2016). Social learning theories – An important design consideration for geoscience fieldwork. *Journal of Geoscience Education*, 64(2), 101–107.

Stokes, A., and Boyle, A. (2009). The undergraduate geoscience fieldwork experience: Influencing factors and implications for learning. *Field geology education: Historical perspectives and modern approaches*, 46(1), 291–312.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A.,

Fortus, D., and Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of research in science teaching*, 46(6), 632–654.

Smith, C. P., King, B., and Hoyte, J. (2014). Learning angles through movement: Critical actions for developing understanding in an embodied activity. *Journal of Mathematical Behavior*, 36, 95–108.

Swanson, M. and Bampton, M. (2009). Integrated digital mapping in geologic field research: An adventure-based approach to teaching new geospatial technologies in an REU Site Program. *Field Geology Education: Historical Perspectives and Modern Approaches*, 461, 117–134.

Tal, T., Lavie Alon, N., and Morag, O. (2014). Exemplary practices in field trips to natural environments. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(4), 430–461.

Torres, J., and Vasconcelos, C. (2015). Nature of science and models: Comparing Portuguese prospective teachers' views. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6). 1473–1494.

Treagust, D. F., Chittleborough, G., and Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368.

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin and review*, 9(4), 625–636.

Valenzeno, L., Alibali, M. W., and Klatzky, R. (2003). Teachers' gestures facilitate students' learning: A lesson in symmetry. *Contemporary Educational Psychology*, 28(2), 187–204.

Van Der Hoeven Kraft, K. J., Srogi, L., Husman, J., Semken, S., and Fuhrman, M. (2011). Engaging students to learn through the

affective domain: A new framework for teaching in the geosciences. *Journal of Geoscience Education*, 59(2), 71–84.

Vasconcelos, C., Torres J., Vasconcelos, L. and Moutinho, S. (2016). Sustainable development and its connection to teaching Geoethics, *Episodes*, 39(3), 509–517.

Welsh, K., and France, D. (2012). Smart phones and fieldwork. *Geography*, 97(1), 47–51.

Whitmeyer, S., Feely, M., De Paor, D., Hennessy, R., Whitmeyer, S., Nicoletti, J., and Rivera, M. (2009). Visualization techniques in field geology education: A case study from western Ireland. *Field geology education: Historical perspectives and modern approaches*, 105–116.

Windschitl, M., Thompson, J., and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education*, 92(5), 941–967.

Winsberg, E. (2001). Simulations , models, and theories: complex physical systems and their representations. *Philosophy of Science*, 68(3), 442–454.

Zecha, S., and Hilger, L. (2015). EarthCaches: An opportunity for learning geoscience; a pilot study for glaciomorphologically themed EarthCaches. *Journal for Geographic Information Science*, 1, 324–334.

Abstract

# Exploring Students' Use of Gestures for Creating Scientific Models while on Geological Field Trips and during Modeling Activities

- Focusing on Multimodal Interaction Analysis -

Yoon-Sung, CHOI

Earth Science Major in Science Education Division  
The Graduate School at Seoul National University

Previous studies have shown that students' ability to develop accurate scientific models can be improved by having students conduct observations in outdoor learning environments to engage in inquiry about a natural phenomenon. In Korea, students engage in geological field trips as part of the earth science education curriculum and it is becoming a common practice for students to develop scientific models to represent content understandings by engaging in collaborative small group modeling activities. When students

communicate their conceptual understandings about different scientific phenomena it is common practice to use gestures to support and expand the meaning of their talk about the phenomena. Gestures are tools that people use to communicate with each other in non-verbal ways. While much of the previous research on gestures has focused on the understanding the significance of children's gesture use as part of natural human development, studies examining gesture use while engaging in different learning situations has the potential to improve teaching and learning. For example, if researchers understood how and why students use gestures when learning about different content and concepts, they could help educators to develop pedagogical strategies that improve students learning and that benefit communication between students and teachers and among the students and their peers.

The purpose of this study was to explore the use of gestures for communicating students' content understanding about a) the formation of igneous mountains and b) the formation of rivers by volcanic lava flow. Specifically, this study compares students' gestures when learning about this content while participating in two different educational contexts: geological field trips and classroom-based modeling activities. Identifying and characterizing students' gestures made while learning about concepts taught in the earth science education curriculum while participating in geological field trips and during modeling activities in the classroom setting can offer pedagogical implications for educators working in formal and informal learning contexts. In addition, understanding how students use gestures to communicate their understandings in each context can offer implications for researchers about how gestures can serve as resources for students' cognitive understanding.

Ten middle school students (age 14–15) agreed to participate in this study. Students engaged in two geological field trips: (1) one focused on understanding how igneous mountains form (2) the second examined how volcanic lava flow contributed to the formation of a local river. During each field trip, students made detailed observations and were encouraged to describe observations verbally and in writing/drawings. Following each field visit, students returned to the classroom and engaged in a series of modeling activities designed to have them collaboratively develop scientific models about how a local mountain and river had formed based on the evidence they had observed and read about.

Data was collected to document all student activities during field trips and during classroom modeling activities using simultaneous video and voice recording, observation notes made by the researcher and by students, and all student work produced while generating scientific models during collaborative modeling activities. Multimodal interaction analysis (MIA) was used as a methodological framework for analyzing gestures made by students while they learned about the formation of igneous mountains and rivers during a geological field trip and during modeling activities in class. MIA refers to analysis conducted by exploring how meaning is made through both verbal and nonverbal interactions. In conjunction with MIA, a modified version of David McNeil's (1992) Gesture Classification scheme was used to identify and categorize gestures.

Using these tools, the researcher identified a total of twelve different kinds of gestures that were used in each learning context, including field trips and/or during classroom modeling activities. All gestures were grouped into three categories based on their function. The three categories include, gestures used to convey deictic meaning

(denoting a word/expression whose meaning is dependent on the context in which it is used), gestures meant to convey imagery, or gestures used to depict processes. These gestures were further classified into two general categories: gestures used for relaying social functional aspects and gestures used to help visualize scientific concepts. Analysis revealed that students tended to use social functional gestures when giving explanations, opinions, evidence, consenting, refuting, asking questions, suggesting alternatives, and changing the topic. When discussing science content/concepts, students made gestures intended to visualize features of mountains/rivers, to convey processes taking place over time and in space, to elaborate how processes occur, and to demonstrating the repetition of processes over time.

After identifying and categorizing gestures, analysis was conducted to describe in more detail how and when gestures were used in each learning context and what impact the gestures had on students' development of scientific models when engaged in the modeling activities. Students' scientific modeling activities were analyzed using the GEM cycle. Using the GEM cycle, students' gestures could be examined in three distinct cyclical phases of activity: hypothesis generation, rational and empirical testing, and modification or rejection. Analysis revealed two important points during modeling activities. First, students' gestures reflected time and space not only in the description of formation processes, but also to describe the diachronic nature (change of space over time) of the formation of geological features of mountains and rivers. Second, the frequency of gesture use and the types of gestures used had an impact on both the complexity and accuracy the students' final model. Students who used gestures from all three groups (deictic, imagery, and depictive)

and who used gestures frequently gestures during model evaluation and modification were more successfully at generating accurate scientific models. On the other hand, groups that infrequently used gestures and only used deictic gestures, but not imagery or depictive gestures, failed to effectively refine their models. Most important, this study found that students who used imagery and depictive gestures to convey what was observed while on the geological field trip were most successful in developing accurate scientific models during classroom activities. This finding suggests the value of gestures as a resource for students' learning and discussions about content across both educational settings.

In conclusion, this study presented new classification criteria and characteristics for identifying and categorizing gestures used by students when learning about earth science content while on a geological field trip and demonstrated that these gestures could serve as an important resource for students' learning while engaged in modelling activities to generate scientific models. These findings offer important implications for educators about the value of recognizing and understanding students' use of gestures during geological field trips. Encouraging students to effectively develop and use gestures to describe and discuss observations and processes could benefit students' learning and understanding when creating scientific models to describe the observed phenomena. More research is needed to explore how gestures support students' meaning making when engaged in the modeling process.

**keywords : Learning in Geological Field Trip, Scientific Models and Modeling, Gestures, Multimodal Interaction**  
***Student Number : 2016-30434***